Shelf No
4009.185

FOUNDED 1852
SICUT PATRIBUS SIT DEUS NOBIS
BOSTONIA
CONDITA A.D.
1630.
CIVITATIS REGIMINE DONATA A.D. 1822.
BOSTON PUBLIC LIBRARY

1919

JUL 28

JUN 18

BIBLIOTHÈQUE D'UTILITÉ PRATIQUE

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DE LA BRASSERIE

CONTENANT

L'ANALYSE DÉTAILLÉE DES MÉTHODES LES PLUS RÉCENTES
APPLIQUÉES A LA FABRICATION DE LA BIÈRE
TANT EN VUE D'OBTENIR DES PRODUITS DE PREMIER ORDRE
QU'AFIN DE PRÉSERVER CES DERNIERS
CONTRE LES NOMBREUSES AFFECTIONS SUSCEPTIBLES DE LES ATTEINDRE

PAR

A. BEDEL

Rédacteur en chef
du *Journal de la Vigne* et du *Messager Vinicole*

NOMBREUSES GRAVURES DANS LE TEXTE

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE

DE LA

LA BRASSERIE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR :

Traité complet de Manipulation des Vins. 3 50

Les Nouvelles Méthodes de Culture de la Vigne et de Vinification. 3 50

Traité pratique des Engrais. 3 50

Le Sucrage des Vendanges et les Vins de Seconde Cuvée. . . . . » 75

SAINT-DENIS. — IMPRIMERIE H. BOUILLANT, 20, RUE DE PARIS.

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE

DE LA

BRASSERIE

CONTENANT

L'ANALYSE DÉTAILLÉE DES MÉTHODES LES PLUS RÉCENTES
APPLIQUÉES A LA FABRICATION DE LA BIÈRE
TANT EN VUE D'OBTENIR DES PRODUITS DE PREMIER ORDRE
QU'AFIN DE PRÉSERVER CES DERNIERS
CONTRE LES NOMBREUSES AFFECTIONS SUSCEPTIBLES DE LES ATTEINDRE

PAR

A. BEDEL

Rédacteur en chef
du *Journal de la Vigne* et du *Messager Vinicole*

NOMBREUSES GRAVURES DANS LE TEXTE

PARIS
GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS
6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

B. H.
Aug 8. 1894

LA BRASSERIE

CHAPITRE PREMIER

Origine et caractère de la bière. — La brasserie en Allemagne. — Produits pouvant concourir à la fabrication de la bière. — Extension de la consommation de la bière en France. — La diastase et le malt.

La bière.

On désigne sous le nom de bière, une boisson artificielle fermentée dont l'alcool est fourni par divers grains féculents, traités d'une manière plus ou moins méthodique et plus ou moins rationnelle, ainsi que nous le verrons dans la suite de cet ouvrage, et qui emprunte les principes aromatiques qui font rechercher cette liqueur par les amateurs, à ceux contenus dans les fleurs en *cône* de la plante vivace, grimpante et sarmenteuse qu'on appelle le houblon.

La *cervoise* de nos ancêtres les Gaulois, la cervisia

des Romains, n'était autre chose qu'une sorte de bière provenant de la fermentation de l'orge et que, pour cette raison, on pourrait appeler vin d'orge.

La bière constitue la boisson ordinaire du nord de la France, et en général de toutes les régions septentrionales où la vigne est peu ou pas du tout cultivée, telles que l'Allemagne, la Belgique, la Hollande, l'Angleterre, la Russie, etc. Ailleurs, on la consomme comme liqueur de fantaisie et elle a, comme on sait, dans ces conditions, de fervents adeptes.

Suivant l'opinion de nos voisins d'outre-Rhin, la bière constituerait une boisson ordinaire dont la valeur alimentaire dépasserait celle de nos vins : ce serait, d'après eux, une boisson en même temps nutritive, excitante, fortifiante, rafraichissante et tonique. Ces diverses qualités lui proviendraient de la certaine quantité d'alcool et d'acide carbonique qu'elle contient et qui lui donne une propriété excitante et une saveur fraiche, tandis que les principes amers qu'elle reçoit du houblon la rendent tonique et antiaphrodisiaque. D'autre part elle renferme des éléments protéiques, albumineux en même temps que minéraux, notamment du phosphate de chaux, qui en font un véritable aliment.

Aussi, de quels soins, de quelles sollicitudes n'entoure-t-on pas, dans tout l'empire d'Allemagne, la fabrication de cette liqueur vénérée, notamment à Munich, où les quantités qui en sont absorbées dé-

passent tout ce que l'on peut imaginer de plus surprenant.

Capitaux, travail, intelligence, convergent à Munich vers l'industrie de la brasserie. On en rencontre la manifestation dans tous les quartiers, et les trois quarts du roulage se composent de camions chargés de tonneaux de bière.

Deux écoles de brasserie, l'une scientifique pour les directeurs, l'autre plus pratique pour les contremaîtres de brasserie, fonctionnent dans la ville ou dans les environs. Enfin, les brasseurs syndiqués ont fondé un riche laboratoire de recherches relatives à la bière.

On ne saurait croire à quelles minutieuses conditions doivent satisfaire l'orge, le houblon, et surtout la levûre, pour être acceptés par les grandes brasseries de Munich. Une observation, entre autres, en donnera quelque idée : on a reconnu, par exemple, que les orges destinées à la fermentation ne doivent être fumées que très faiblement à l'aide d'engrais azotés, ceux-ci leur communiquant une trop grande dureté et une trop forte teneur en matières protéiques, deux conditions défavorables à la production d'une bière de choix; les acheteurs tiennent donc grand compte de la provenance des orges de brasserie.

Le Laboratoire des brasseurs de Munich, qui est, sans contredit, le plus remarquable de ce genre dans le monde entier, est en même temps le plus riche que

l'on puisse imaginer en instruments de précision et en appareils de toute nature susceptibles d'être utilisés dans ce genre d'industrie. Nous dirons, pour en terminer avec lui, que cette remarquable institution reçoit de fréquentes visites de la part de tous les brasseurs de l'univers, qui viennent y chercher et y trouvent toujours de précieuses indications relatives à leur profession.

Sans partager l'enthousiasme, le culte que professent nos voisins pour la bière, et tout en la plaçant, malgré leurs prétentions, bien au-dessous du vin, nous reconnaîtrons, cependant, que cette boisson, quand elle est bien faite, possède de très appréciables qualités, qu'elle est saine, utile, susceptible de rendre des services considérables aux populations, qu'elle est nourrissante et hygiénique, et qu'il serait vivement à désirer que les travailleurs, pour qui la valeur marchande du vin constitue un obstacle difficile à franchir en raison de leurs ressources limitées, eussent toujours à leur disposition une bière bien brassée, préparée avec des grains de bonne qualité, qui les soutiendrait dans leurs pénibles travaux, leur donnerait toute satisfaction au point de vue de la saveur agréable, et les détournerait ainsi du cabaret, des mauvaises habitudes qu'ils y contractent, et des liqueurs empoisonnées qu'ils y absorbent.

De ce qui précède, on pourrait peut-être supposer que l'orge est l'unique et indispensable matière pre-

mière susceptible de fournir, avec le houblon, la liqueur qu'on désigne sous le nom de bière.

Il n'en est rien pourtant, et il faut admettre, en principe, que toutes les substances végétales dont la *fécule* forme l'élément alcoolique, c'est-à-dire toutes les *racines féculentes*, toutes les *céréales*, tous les *grains* et tous les *fruits féculents*, peuvent servir de base à la fabrication de cette boisson, à la condition qu'ils ne lui communiquent aucun goût, aucune saveur particulière, qui altérerait le caractère que l'on est habitué à trouver dans cette liqueur.

Ainsi donc, à l'orge et au froment qui, le plus généralement, sont employés dans la fabrication de la bière, on peut substituer, seules ou en les combinant les unes avec les autres, suivant les cas, les circonstances, l'appréciation d'un brasseur éclairé qui recherche des combinaisons de goût plus ou moins heureuses, une foule de matières premières utilisables, telles que : le seigle, l'avoine, le riz, le maïs, le millet, le sarrasin, les légumineuses, et même les pommes de terre, les châtaignes, etc.

En un mot, tout végétal contenant de la fécule, ou amidon, est susceptible, au moyen de l'accomplissement des phénomènes dans le détail desquels nous allons entrer, soit de fournir de la *diastase*, principe saccharifiant comme nous allons l'expliquer, soit de subir l'influence saccharifiante de cette même diastase artificiellement surajoutée, et, conséquemment,

peut être indifféremment employé pour la fabrication de la bière.

De là, les variétés différentes et si nombreuses que l'on constate dans cette boisson, suivant son origine, dont tous les caractères sont communs il est vrai, mais qui, suivant les modifications particulières qui auront pu intervenir dans sa fabrication, lui donneront des qualités spéciales, un arome plus ou moins distingué, une richesse plus ou moins grande en matières azotées et en substances minérales.

En France, au surplus, la consommation de la bière a pris depuis quelques années une extension considérable. Cette boisson qui, il y a trente ans tout au plus, était regardée comme un aliment de luxe ou tout au moins dont la consommation était réservée à une catégorie très restreinte de la population, est répandue, maintenant, dans toutes les classes de la société. A la suite des ravages causés par le phylloxera, la bière est devenue en faveur ; la mode s'en est mêlée et l'hygiène est intervenue. On sait, en effet, que, pour le moment, les médecins recommandent l'usage de la bière dans une foule de cas. Et alors, sous l'influence d'une consommation plus active, les procédés de fabrication se sont améliorés, et depuis l'Exposition universelle de 1889 surtout, certaines bières fabriquées en France sont égales ou supérieures à la plupart des bières de Belgique et d'Allemagne — celle de Munich exceptée. Ce qui donne un intérêt tout parti-

culier à la brasserie, c'est que c'est une industrie essentiellement agricole, puisque la matière première vient de l'agriculture, et que la richesse agricole d'un pays n'a qu'à gagner au développement d'industries de ce genre, autant par les transformations qu'elles opèrent dans les matières traitées que par l'utilisation des résidus de ces dernières.

Mais si de nombreuses brasseries, en France, arrivent aujourd'hui à fabriquer des bières supérieures et exemptes de tout reproche, il en est de plus nombreuses encore, malheureusement, qui faute de soins, livrées encore à la routine, n'ayant en rien profité des connaissances que la science a pourtant mises à leur disposition, ne produisent qu'une boisson vulgaire, désagréable, s'altérant rapidement, n'offrant en un mot aucun des caractères toniques et rafraîchissants que le consommateur demande à cette liqueur.

Lorsque tous les brasseurs seront bien convaincus que le succès de leur industrie dépend d'une bonne production, laquelle ne peut s'obtenir que par l'adoption des vrais procédés qui y concourent, cette industrie doublera, triplera d'importance, et les bénéfices qui en résulteront seront en rapport avec le développement de la consommation, qui ne demande qu'à s'étendre.

L'industrie cidricole en fournit un frappant exemple. Autrefois, on faisait le cidre d'une façon barbare. Depuis qu'on y a apporté un peu d'ordre, de soin, la

consommation de cette liqueur a triplé, et son prix a plus que doublé.

La diastase.

Après cet exposé, le moment est venu de parler immédiatement de cet agent transformateur qui joue un si grand rôle dans la brasserie et qu'on appelle la diastase.

Lorsqu'une graine féculente, presque dépourvue de sucre, se trouve soumise à l'influence de l'eau et d'une certaine température, dans des conditions telles que le jeune embryon qu'elle renferme puisse commencer son évolution, la première modification que nous ayons à constater est une absorption d'eau. Il se produit ensuite, ou peut-être simultanément, une modification de la matière albuminoïde, laquelle devient un agent transformateur énergique, qui réagit sur la fécule et la change en sucre. Cette saccharification est d'autant plus rapide que la température est assez élevée et que l'eau ne manque pas à la graine.

Cet agent transformateur a reçu le nom de *diastase;* sa découverte est due aux savants chimistes MM. Payen et Persoz, qui ont prouvé que dans la germination des semences féculentes, telles que l'orge, l'avoine, le blé, la pomme de terre, etc., il se développe, près des pousses et des racines, une substance qui a pour propriété caractéristique de désagréger l'amidon, c'est-

à-dire la fécule, ou autrement dit la substance amylacée extraite des céréales, et de la transformer en dextrine et ensuite en sucre.

Pour être clair et ne rien laisser d'obscur dans les différents phénomènes que nous allons passer en revue, disons quelques mots de cette substance que l'on appelle l'amidon et la dextrine.

Lorsqu'on râpe la pomme de terre et qu'on lave la pulpe sur un tamis très serré, l'eau qui passe est laiteuse et laisse déposer une substance blanche qui porte le nom de *fécule*. On donne, en général, le nom d'*amidon* à cette même substance lorsqu'elle est extraite des céréales. Sous le rapport chimique, la fécule et l'amidon sont absolument identiques.

Lorsque l'amidon ou fécule est soumis à l'action d'un acide, tel que l'acide sulfurique, par exemple, il se désagrège d'abord et se transforme ensuite en dextrine et en sucre. La dextrine est une matière gommeuse intermédiaire entre l'amidon et le glucose ou sucre de fruit.

Ainsi, quand on traite 500 parties de fécule par 1,000 parties d'eau et 10 parties d'acide sulfurique, et qu'on fait passer dans la liqueur de la vapeur d'eau pour l'échauffer d'une manière égale, l'amidon se dissout rapidement ; si l'on sature l'acide par du carbonate de chaux, on trouve dans la liqueur de la dextrine ou du sucre.

Nous avons vu plus haut que la *diastase* joue, à

l'égard de la fécule, un rôle identique à celui de l'acide sulfurique, c'est-à-dire qu'elle la transforme également en glucose.

Nous entrerons, par la suite, dans des détails plus complets sur le mode opératoire, mais, pour permettre d'embrasser d'un seul coup d'œil les principes méthodiques sur lesquels repose la fabrication de la bière, nous dirons que pour préparer la diastase, on soumet tout d'abord de l'orge à la germination ; une fois l'orge germée, on la traite par de l'eau à 25 ou 30 degrés qui dissout la diastase et de plus une matière azotée. On porte la liqueur à 75 degrés, afin de coaguler la matière albumineuse qui se trouve dans l'orge ; on précipite ensuite la diastase par de l'alcool absolu. Pour purifier la diastase, on la fait redissoudre dans l'eau et on la précipite de nouveau par l'alcool.

MM. Persoz et Payen ont établi que 1 partie de diastase opère la dissolution de 2,000 parties d'amidon.

Dans la fabrication de la bière, lorsque l'orge germée est mise en dissolution dans l'eau à 75 degrés, la diastase qui s'y trouve transforme l'amidon en glucose; ce sucre, éprouvant ensuite la fermentation, donne à la bière son principe alcoolique. La diastase, qui a été extraite d'abord de l'orge germée, s'est rencontrée dans toutes les céréales germées, autour des pousses de la pomme de terre, près des bourgeons de *l'aylan-*

thus glandulosa, en un mot dans toutes les parties de l'organisation végétale où l'amidon doit se dissoudre avant de servir à de nouveaux tissus.

Aussi, dans la fabrication de la bière, ne recourt-on pas toujours à l'orge pour se procurer la diastase, mais bien à tous les végétaux susceptibles de fournir ce précieux agent. C'est là ce qui diversifie les diverses espèces de bières, ainsi que nous le verrons par la suite.

Le malt.

Enfin, pour être complet dans cet exposé succinct, disons que l'on désigne sous le nom de *malt* les graines d'orge ou de céréales quelconques, germées artificiellement, séchées et débarrassées de leurs germes.

D'une manière générale, voici comment on peut concevoir l'opération du maltage : mettre dans une cuve, avec de l'eau tiède à 25 degrés, de l'orge ou du seigle, en quantité déterminée et de manière que le grain y baigne très largement. Au bout de 35 heures, environ, retirer ces grains, les faire égoutter pendant deux ou trois heures, et les étendre en une couche de 25 à 50 centimètres d'épaisseur, dans une pièce dont la température sera portée à 20 degrés. Au bout de 24 heures, les germes se montrent ; on remue les graines pour favoriser la germination des couches

inférieures, et quand ces germes ont, à peu près, un centimètre de longueur, on les fait sécher dans des étuves ou dans des séchoirs, dont la température est portée à 53 degrés centigrades environ, en remuant souvent, de manière à favoriser la dessication. Quand les grains sont bien desséchés, on les brasse vigoureusement, sur une aire plane, à l'aide de râteaux en fer, pour les séparer de leurs germes qui se détachent alors très facilement; on les moud, et c'est la farine que l'on en obtient qui constitue le *malt*, dont il faudra ensuite faire dissoudre les principes solubles qui s'y trouvent (dextrine, sucre, albumine, glucine, diastase) dans l'eau destinée à devenir de la bière, après que cette eau sucrée aura été houblonnée et que le sucre qu'elle contient y aura été transformé en alcool, sous l'influence de la fermentation.

CHAPITRE II

Les matières premières employées dans la brasserie. — Les grains : l'orge, le froment, le seigle, l'avoine. — Le houblon. – L'eau.

Avant d'aborder la description des modes opératoires employés dans l'art de la brasserie, nous devons dire quelques mots au sujet des principales matières premières qui concourent à la fabrication de la bière et dont il est essentiel que le praticien connaisse exactement les différents caractères ainsi que les moyens d'en apprécier les qualités particulières, autant pour s'éviter des erreurs qui se traduisent toujours par d'importants mécomptes, que pour être à même soit de porter son choix, en toute connaissance de cause, sur tel ou tel de ces matériaux employés séparément, soit de les combiner ensemble, de façon à en obtenir, industriellement, un avantage économique quelconque.

Les matières premières essentielles, employées en brasserie, sont :

1° Les grains, qui fournissent le principe sucré, générateur de l'alcool ;

2° Le houblon, qui donne à la liqueur l'arôme particulier recherché des amateurs ;

3° Enfin l'eau, dans laquelle se dissolvent les principes solubles contenus dans les substances précédentes.

Les grains.

Les grains le plus généralement employés dans la brasserie sont principalement, ainsi que nous avons eu déjà l'occasion de le dire, l'orge, le froment, le seigle et l'avoine, puis, comme succédanés de ces différentes céréales, le maïs, le riz, le millet, le sarrasin, et même la pomme de terre, mais nous nous en occuperons plus loin.

Orge. — L'orge est une plante de la famille des graminées, dont on connaît plusieurs espèces telles que : 1° l'orge commune, escourgeon, orge d'hiver, orge carrée d'hiver, orge quadrangulaire ; 2° l'orge à six rangs, orge hexagone, orge à six quarts ; 3° l'orge à deux rangs, orge plate, orge distique, pamelle, baillarge, etc. ; 4° l'orge céleste, orge nue à deux rangs.

Parmi ces variétés, les plus estimées pour la fabrication de la bière, sont l'orge commune à deux rangs et l'orge à six rangs ou escourgeon. La première mûrit plus tôt, donne un cinquième de rendement en plus et se conserve plus aisément. L'escourgeon est,

ordinairement, d'un prix moins élevé, mais il offre une valeur moindre et s'échauffe assez facilement lorsqu'on le conserve en tas, sans prendre les précautions nécessaires relativement à sa dessiccation et à son aération.

On emploie encore l'orge nue et, en général, toutes les variétés qui se cultivent dans le rayon de la brasserie, et qui peuvent être fournies par le commerce à des conditions avantageuses.

Mais quelle que soit la variété d'orge que l'on emploie, le grain doit être parfaitement nettoyé, sain, posséder une odeur franche et délicate, présenter une enveloppe mince, fine, nette, légèrement ridée, de couleur jaune clair, adhérant intimement à une amande pleine, douce, bien nourrie, qui, lorqu'on la rompt, laisse apercevoir une matière blanche, farineuse, avec un germe bien développé de couleur jaune pâle.

Il faut éviter d'employer des orges dont le grain corné et vitreux indique qu'il est échauffé, que le principe vital y est détruit et qu'elles ne pourraient pas se comporter comme il convient au maltage ; qui, enfin, paraîtraient avoir été attaquées par les maladies qui affectent les céréales, ou par l'humidité, ou par les insectes, etc.

Le poids du grain est déjà un indice de la bonne qualité, mais l'état hygrométrique de l'atmosphère, et la fraude, peuvent enlever toute valeur à ce caractère. Le poids moyen de l'hectolitre d'orge bien

nettoyée et dans de bonnes conditions, varie entre 60 et 67 kilogrammes.

Le grain ne doit pas avoir plus d'une année, et, avant de l'employer, il faut le faire sécher complètement, parce que, autrement, il ne germe pas uniformément, ce qui arrive aussi avec les orges d'âge divers ou provenant de terrains différents.

En général, il faut, autant que possible, donner la préférence aux orges qui ont végété sur des sols légers, homogènes, non humides, où les fumures azotées n'ont pas été données avec excès, la matière saccharine, dans ce dernier cas, étant moins abondante, tandis que les matières pectiques sont trop largement développées, ce qui constitue une cause d'infériorité dans le rendement alcoolique et dans la qualité de la bière.

D'après Mulder, voici quelle serait la composition chimique moyenne centésimale de l'orge :

Amidon	52.7
Gluten	13.2
Cellulose, etc	11.5
Matières grasses	2.6
Gomme, sucre	4.2
Substances inorganiques	2.8
Eau	12.0

Oudemans, de son côté, donne l'analyse suivante :

	Orge non desséchée.	Orge désséchée.
Amidon	53.8	67.0
Dextrine	4.5	5.6
Matières cellulaires	7.7	9.6
— albumineuses	9.7	12.1
— grasses	2.1	2.6
Substances inorganiques	2.5	3.1
Eau	18.1	»
Autres substances	1.6	»

On voit que, en somme, les différences sont peu importantes dans les analyses de ces deux chimistes.

Les substances inorganiques de cette céréale sont représentées par les proportions moyennes suivantes pour 100 de cendres :

Potasse	17.04
Soude	6.975
Chaux	2.58
Magnésie	6.76
Sesquioxyde de fer	1.00
Acide phosphorique	35.08
— sulfurique	0.825
— silicique	28.875
Chlore	0.933

Ces proportions portant sur le chiffre approximatif de 2.8, lequel, ainsi que nous l'avons vu plus haut,

représente la quotité de substances inorganiques contenues dans 100 parties d'orge, nous amènent à faire observer qu'on ne saurait reconnaître à la bière une richesse réelle en principes minéraux, lesquels ne seraient ainsi représentés dans cette boisson que pour 2.65 environ par litre, ce qui rendrait contestable sa valeur alimentaire.

L'orge est la céréale qui, pendant la germination, développe le plus de diastase. Cette propriété rend son grain éminemment propre à la brasserie, soit qu'on l'emploie en totalité ou en partie à l'état germé, soit qu'on le fasse servir à la macération des autres grains.

En admettant le chiffre moyen de 54 p. 100 d'amidon et de 5 p. 100 de dextrine ou de sucre dans la composition de l'orge, on est amené à établir que 10 kilogrammes de cette céréale contiennent 54 + 5 = 59 de matières propres à être converties en alcool. Or, 100 de ces matières peuvent donner 100 de glucose, et, d'un autre côté, 100 de glucose peuvent, théoriquement, produire 45 à 46 p. 100 de leur poids d'alcool pur; on voit donc que 100 kilogrammes d'orge devront fournir de 25.55 à 27.15 kilogrammes d'alcool pur, représentant en volume, à la température de 15° centigrades, 32.5 à 32.8 litres d'alcool anhydre. Dans la pratique on ne retire guère plus, terme moyen, que 28 à 30 litres.

Dans une orge il faut considérer :

1° La couleur, qui doit être d'un jaune-paille clair, la nuance foncée accusant un commencement de fermentation ;

2° *La propreté et l'uniformité du grain* qui ne doit renfermer ni poussières, ni tare, ni pierre, ni paille, ni grains étrangers, et qui ne doit pas être attaqué par les insectes ;

3° *L'état de l'amande* qui est d'autant meilleure qu'elle est tendre et farineuse, tandis qu'une orge dure, grasse et vitreuse, qui se broie et se coupe mal, germe dans de mauvaises conditions ;

4° *Le poids* qui, plus il est lourd, plus il accuse une orge riche en substances utiles pour la fabrication de la bière. Une bonne orge doit peser de 66 à 71 kilogrammes par hectolitre ;

5° *La siccité* qui peut se reconnaître à la main. Quand l'orge est sèche, la main entre facilement dans le sac ou le tas et l'on éprouve une sensation de fraîcheur. Si elle est humide, la main, au contraire, pénètre difficilement et éprouve une sensation de chaleur provenant de la fermentation du grain. De plus, celui-ci glisse facilement dans la main quand il est sec, tandis que s'il est humide, il s'entasse, des poussières s'attachent à la surface et enfin il ne rend aucun bruit en le faisant sauter dans la main ;

6° *L'odeur* qui n'existe pas lorsque le grain n'a pas souffert et qui, au contraire, donne une impression d'étouffé, de moisi ou aigrelette lorsqu'il est altéré ;

7° *La faculté germinative* que l'on vérifie à l'aide d'une foule d'appareils dits germoirs, que l'industrie met, aujourd'hui, à la disposition des horticulteurs, cultivateurs, enfin de tous ceux qui ont besoin de se livrer à cette constatation.

Indiquons toutefois un procédé simple et pratique de déterminer la faculté germinative d'une graine quelconque.

On étale, dans une assiette ou dans un vase plat, une couche de sable humide de l'épaisseur de deux ou trois centimètres environ. Dans ce sable, on enfonce, de façon à en laisser l'une des extrémités apparente, au nombre de cent ou d'un multiple de cent, les graines que l'on veut expérimenter, et on place le tout dans un milieu dont la température atteindra, autant que possible, 25 à 30 degrés centigrades.

Après 36 ou 40 heures, les germes se manifestent; on examine chaque graine séparément, et, en déduisant celles qui n'ont pas germé, on établit la proportion des graines impropres à ce phénomène, existant dans une quantité de marchandise déterminée.

Ce mode d'essai peut être également comparatif et faire connaître, suivant le temps qui se sera écoulé jusqu'à la manifestation du phénomène, la faculté germinative de deux ou plusieurs graines de même nature, parmi lesquelles on aurait à faire son choix;

8° Enfin, *la composition chimique,* et notamment la

richesse en amidon qui procure après le brassage un moût d'autant plus riche en extrait, que celui-ci est plus considérable.

Nous ne donnerons pas ici les méthodes chimiques employées pour doser les substances de diverse nature que renferme le grain, car aussi bien les analyses de ce genre sont rarement à la portée de la plupart des brasseries, qui ne disposent pas d'un laboratoire spécial pour ces sortes d'essais. Nous nous bornerons à indiquer plus loin, en nous occupant du malt, la méthode la plus simple pour établir la densité du moût fourni par un malt déterminé, ce qui, en somme, doit intéresser le brasseur d'une manière plus particulière.

Froment. — On compte dans le genre *froment* cinq types bien caractérisés et des variétés très nombreuses. Les cinq types sont : le *froment commun,* le *froment dur,* le blé de Pologne, l'*épeautre* et l'*engrain.* On emploie, en brasserie, non pas les sortes les plus riches en gluten, mais celles qui offrent les plus riches proportions d'amidon, c'est-à-dire celles que l'on désigne sous le nom de *blés tendres.* Un hectolitre de bon froment récolté dans les meilleures conditions de maturité, non mouillé ni échauffé, dont les grains sont pleins et l'enveloppe luisante, pèse généralement 80 kilogrammes.

L'épeautre, qui se distingue des autres froments en ce que le grain ne se sépare pas de la balle après

un simple battage, ne pèse environ que 46 à 47 kilogrammes à l'hectolitre, sur lesquels on n'a que 34 à 35 kilogrammes de grain réel.

Voici quelle serait, d'après les analyses de M. Boussingault, la composition centésimale moyenne du froment :

Amidon	59.7
Gluten	12.8
Albumine	1.8
Dextrine	7.2
Matières grasses	1.2
Cellulose	1.7
Substances inorganiques	1.6
Eau	14.0

M. Oudemans a trouvé de son côté :

	Grain non desséché.	Grain desséché.
Amidon	57.0	67.9
Dextrine	4.5	5.4
Matières cellulaires	6.1	7.2
Substances albumineuses	11.5	13.7
Matières grasses	1.8	2.1
Substances inorganiques	1.7	2.0
Eau	16.0	»
Autres matières indéterminées	1.4	1.7

On voit par les chiffres qui précèdent que, relativement à la quotité des substances alcoolisables, amidon et dextrine, la richesse du froment est sensiblement égale et même un peu supérieure à celle de l'orge.

Mais ajoutons que, bien qu'on reconnaisse à la liqueur provenant de cette céréale un goût franc et agréable, on ne peut l'employer seule pour diverses raisons, et notamment parce que la grande proportion de matières plastiques qu'elle fournit est un obstacle très sérieux à la conservation de la liqueur qui reste le plus souvent louche et s'altère facilement. Aussi est-il d'usage de n'introduire dans les brassins où l'on ajoute du froment, qu'un tiers de cette sorte de grain. Ajoutons que comme la germination du froment ne se règle pas facilement, on l'emploie souvent cru, avec une certaine quantité d'orge germée.

Seigle — Bien que le prix de cette céréale soit relativement peu élevé et que son rendement alcoolique soit à peu de chose près égal à celui fourni par l'orge et le froment, le seigle est peu employé en brasserie, sans doute parce que la liqueur qu'il donne ne présente pas la saveur distinguée et l'odeur agréable de ces deux autres sortes de grains.

Il semble pourtant qu'il y aurait, dans certains cas, avantage à l'utiliser, au moins en proportions réduites, dans les brassins. M. Lacambre considère cette céréale comme donnant d'excellents résultats

dans la fabrication de la bière blanche, qui doit être consommée très fraîche.

Voici, d'après M. Oudemans, la composition centésimale moyenne du seigle cru et du malt de seigle desséché à l'air.

	Seigle cru.	Malt de seigle desséché à l'air.
	—	—
Dextrine.	5.2	12.7
Amidon.	56.5	42.1
Sucre.	0.0	1.1
Matières cellulaires. . .	7.8	11.9
Substances albumineuses.	10.4	11.7
Matières grasses. . . .	1.4	1.5
Cendres.	1.8	1.8
Eau	16.4	15.6

Avoine. — En raison de la saveur réellement désagréable que présente le moût d'avoine lorsqu'il a été préparé avec ce grain seul, celui-ci est moins employé encore, par la brasserie, que le seigle. D'ailleurs, sa faible teneur en amidon rend son emploi peu économique. Néanmoins, on pourrait sans inconvénient en introduire une certaine proportion dans les brassins de la bière blanche destinée à une prompte consommation.

Disons toutefois que certains brasseurs n'hésitent jamais à ajouter une faible quantité d'avoine à leur brassin, à l'état cru, autant pour le cachet particulier

qu'elle donne à leur bière, et que certains amateurs recherchent, qu'en raison des fortes proportions de matières cellulaires que cette graine possède et qui favorisent la filtration en cuve-matière.

Voici, d'après M. Oudemans, la composition centésimale moyenne de l'avoine crue et du malt d'avoine desséché à l'air :

	Avoine crue.	Malt d'avoine desséché à l'air.
Dextrine.	5.0	7.1
Amidon.	47.0	37.3
Sucre.	0.0	0.4
Matières cellulaires. . .	15.5	22.6
Substances albumineuses.	12.1	13.3
Matières grasses.	5.4	4.1
Cendres.	2.8	3.1
Eau	14.9	14.1

Le houblon.

Le houblon est une plante indigène volatile, qui croît spontanément le long des haies et sur le bord des rivières. On la cultive en grand dans certaines régions, en Alsace surtout, pour les racines et les cônes. Ses racines passent pour être diurétiques, mais sont peu employées. Au contraire, l'industrie de la brasserie consomme ses fleurs dans des proportions énormes.

Cette plante présente des racines vivaces, ligneuses,

produisant tous les ans des tiges herbacées, longues de plusieurs mètres, sarmenteuses, volatiles, grêles, couvertes de poils courts et crochus. Ses feuilles, qui ressemblent un peu à celles de la vigne, sont opposées, pétiolées, échancrées en cœur à la base (fig. 1). L'inflorescence dans les fleurs mâles se fait en petites grappes rameuses, tandis que dans les fleurs femelles elle se fait en cônes. Ces derniers, du volume d'une noix, sont composées de bractées ou écailles imbriquées, verdâtres, dont chacune est munie à sa base de deux petits fruits, achaines (fig. 2), ou petits grains jaunâtres, entourés d'une poussière granuleuse, d'un jaune doré, aromatique, amère, qui contient le principe actif du cône. Cette poussière a été désignée sous le nom de *lupulin*; les cônes

Fig. 1. — Houblon femelle.

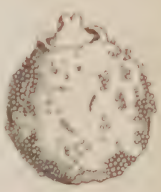


Fig. 2. — Achaine, fruit du houblon.

du houblon en contiennent de 8 à 18 parties p. 100. Le lupulin donne à l'analyse une huile volatile, un principe amer appelé *lupuline*, du tannin, de la résine et des sels.

Selon Wimmer, 100 parties de houblon contiennent 80 parties d'écailles et 20 parties de sécrétion jaune. L'analyse des écailles et de la poussière jaune lui a fourni les éléments suivants :

Principes déterminés.	Folioles de la fleur.	Poussière jaune.	Folioles et poussière ensemble.
Huile volatile. . .	»	0.12	0.12
Acide tannique. .	1.6	0.7	2.3
Substance amère.	4.7	3.0	7.7
— gommeuse	5.8	1.5	7.1
— résineuse .	2.0	2.9	4.9
Cellules végétales.	64.6	9.0	73.0
	78.1	17.02	95 12
Extrait aqueux. .	12.1 0 0	4 9 0 0	17.0 0 0

Les auteurs qui ont étudié le houblon montrent la plus grande divergence d'opinion au sujet des principes actifs qui, dans cette plante, contribuent à fournir à la bière la saveur amère qui caractérise cette boisson, quoique la généralité croient devoir l'attribuer à la sécrétion jaune désignée sous le nom de lupuline, dont nous parlons plus haut.

Cependant, suivant M. Lacambre, la valeur réelle du houblon ne serait pas toujours proportionnelle à

la quantité de lupuline contenue dans les différentes variétés de cette plante, qu'on a tort, par suite, d'après lui, d'apprécier en raison directe de cette proportion. C'est ainsi que M. Lacambre estime que le houblon d'Alost (Belgique), qui ne renferme, en moyenne, que 8 p. 100 de sécrétion jaune, est préférable à celui d'Amérique qui en renferme 16.9 p. 100 et à celui de Poperinghe où on en relève près de 18 p. 100. M. Rohart et M. Mulder partagent cette manière de voir; ce dernier ne voit dans la proportion différente de la matière jaune, dans les houblons d'origines diverses, *qu'une des causes* de la différence de valeur entre les différentes variétés.

Citons enfin l'opinion de M. Basset, qui nous paraît très plausible :

« L'acide tannique, écrit-il, s'élève au chiffre de 2,3 p. 100 dans le houblon, selon Wimmer, et nous savons parfaitement à quoi nous en tenir sur la haute utilité de ce principe, dans les boissons fermentées. Quand même il n'agirait qu'en se combinant avec la matière albumineuse et en éliminant une portion de cette substance altérante, ce serait déjà un avantage immense, le seul qui, à notre sens, présente une importance capitale. Nous ne voulons pas prétendre que la matière amère, la résine et l'huile volatile essentielle contenues dans le houblon soient des agents inutiles, mais nous regardons le rôle du tannin comme beaucoup plus important. C'est

à ce point que si, dans la préparation de la bière, on ajoutait à l'action du houblon celle d'une autre substance plus riche en tannin, nous avons la certitude que l'on arriverait bien vite à reconnaître que l'emploi de cette plante n'aurait plus d'autre utilité que de donner à la liqueur les principes aromatiques qu'elle possède, et que, par suite, il ne serait plus nécessaire d'y recourir qu'à doses très modérées.

« Le principe amer, ajoute cet auteur, pourrait être aisément fourni par un très grand nombre d'autres substances très abondantes dans la nature, en sorte que nous sommes fort éloigné de regarder le houblon comme indispensable à la fabrication d'une bonne bière. En admettant, d'ailleurs, que l'on emploie une petite quantité de cette matière pour donner à cette liqueur l'odeur et la saveur auxquelles on est habitué, le cachou comme astringent, la gentiane, la quassia et quelques autres produits comme amers, peuvent parfaitement répondre aux autres indications du houblon. »

M. le professeur Mulder, tout en attachant une grande importance au houblon qu'il considère comme le principe essentiel d'une bière de bonne qualité, n'est pas trop éloigné de partager la manière de voir de M. Basset :

« En place du houblon, dit-il, on a employé l'absinthe, le gingembre, la coriandre, la quassia, et d'autres substances ; on a proposé aussi, pour rem-

placer le houblon, de se servir du *menyanthes trifolia*. Mais pour qu'il fût possible de remplacer le houblon par une autre substance, il faudrait d'abord que cette substance renfermât de *l'acide tannique*, afin qu'elle pût remplir dans la préparation de la bière certaines fonctions que l'acide tannique seul peut remplir [1]. Au point de vue de la saveur, les matières d'une amertume franche, comme la quassia, etc., pourraient parfaitement être employées comme succédanés du houblon. En outre, il faudrait une matière qui contînt une huile éthérée : la résine, qui est un produit d'oxydation de l'huile éthérée, peut bien être considérée comme n'ayant pas l'influence voulue.

« Une substance, conclut l'honorable professeur, pour être considérée comme un véritable succédané du houblon, doit donc contenir ces trois substances, ou bien alors on doit, pour remplacer le houblon, employer trois corps qui, réunis, contiennent les trois substances indiquées. »

Quoi qu'il en soit de cette dissertation et comme, en fait, dans les pratiques habituelles de la brasserie, on recourt souvent à d'autres éléments qu'à ceux du houblon, pour obtenir des bières de différentes qua-

[1] Ces fonctions résident, personne ne l'ignore, dans la coagulation des matières albumineuses et pectiques qui forment, avec le tannin, des tannates de gélatine insolubles, lesquels se précipitent et éclaircissent ainsi la liqueur.

lités, nous allons résumer, dans le tableau ci-après la composition centésimale des diverses sortes de houblons dont l'industrie de la brasserie fait un usage plus général et que nous classons d'après leur richesse en sécrétion jaune :

Espèces de houblon.	Matières étrangères.	Feuilles épuisées.	Sécrétion jaune.
Houblon de Poperinghe jaune.. . .	12.0	70.0	18.0
— d'Amérique vieux.. . .	14.3	68.8	16.9
— de Bourges.. .	0.5	83.5	16.0
— de l'Etang de Crécy . . .	1.8	86.2	12.0
— de Bussignies..	7.0	81.5	11.5
— des Vosges . .	3.0	86.0	11.0
— d'Angleterre vieux.. . .	3.0	87.0	10.0
— de Lunéville. .	1.5	88.5	10.0
— de Liège. . .	1.5	88.5	10.0
— d'Alost (Belgique). . . .	16.0	76.0	8.0
— de Spalt (Bavière). . .	4.0	88.0	8.0
— de Toul (Meurthe-et-Moselle).. . .	1.5	90.5	8.0

Ceci exposé, il ne nous reste plus qu'à entrer dans quelques détails sur les caractères physiologiques particuliers du houblon.

Nous dirons tout d'abord que les cônes du houblon commun sont les seules portions de cette plante que l'on utilise dans la fabrication de la bière pour donner à cette boisson l'amertume et la saveur spéciales qui la caractérisent, et, de plus, pour lui fournir la matière astringente et la substance aromatique qu'elle réclame, bien que, en fait, cette matière et cette substance soient souvent remplacées par d'autres éléments équivalents dont nous aurons occasion de parler dans le cours de ce travail.

Nous ajouterons que ces cônes subissent très facilement l'altération résultant des milieux atmosphériques dans lesquels ils se trouvent placés, et notamment de l'humidité, qui provoque au sein de leur masse un commencement de fermentation dont la conséquence est d'oxyder et même de neutraliser l'huile essentielle qui donne l'arôme, et ensuite de décomposer le tannin.

On doit donc, d'une manière générale, conserver les fruits ou cônes du houblon dans un endroit sec, après les avoir soumis à une dessication préalable dans des étuves dont la température ne devra pas dépasser 50 degrés centigrades. En cet état, ils seront l'objet d'une compression régulière, de manière à empêcher, autant que possible, leur pénétration par l'air

atmosphérique. Enfin quelques brasseurs n'hésitent pas, en vue de la conservation de cette précieuse matière, à l'imprégner de la vapeur de l'acide sulfureux, dont on connaît l'action énergique à l'encontre des ferments, et qui rend de si grands services dans l'industrie des vins.

« Si nous avions à faire un choix parmi les houblons, écrit avec raison M. Basset, nous donnerions la préférence aux sortes riches en tannin; nous nous attacherions ensuite à la matière amère, puis à l'huile essentielle, et enfin à la délicatesse du parfum et de l'arôme. Le commerce des houblons ne recherche guère autre chose que les caractères extérieurs et la réputation toute faite de certaines provenances. Un houblon jeune, de belle couleur, d'une odeur pénétrante, riche en matière jaune, constitue le produit parfait pour le vendeur et l'acheteur, lesquels ne poussent que très rarement leurs investigations vers des données plus intimes. En Angleterre, les houblons pâles de Sussex et de Kent obtiennent une préférence marquée. En Belgique, on emploie ceux de Poperinghe et d'Alost. En Allemagne, les houblons de Bavière, du Palatinat et de Bohême, sont les plus estimés; on emploie surtout en France les houblons des Vosges et ceux d'Alsace, bien que la brasserie française ne se fasse pas faute de se servir de houblons étrangers. D'après ce qui a été dit au sujet de la sécrétion jaune, dite *lupuline*, on ne peut guère

songer à en faire l'objet d'une classification commerciale des houblons, et nous pensons que ce travail est à faire. Il ne peut avoir, à notre sens, d'autre point de départ qu'une analyse consciencieuse des houblons jeunes ou vieux, laquelle devrait porter sur la proportion du *tannin*, de la *matière amère*, de *l'huile essentielle*, de la *résine* et de la *sécrétion jaune*. Les données de cette analyse devraient être vérifiées en brasserie, avant d'en tirer aucune conclusion commerciale.

On doit envisager dans le houblon :

1° *L'état de siccité.* — Un houblon encore humide s'échauffe lorsqu'il est mis en sacs, il s'altère et nuit alors à la fermentation du moût, au goût et à la conservabilité de la bière. Un houblon sec ne doit pas contenir plus de 8 à 12 p. 100 d'eau ;

2° *La propreté.* — On ne doit employer le houblon que débarrassé de substances étrangères, telles que feuilles, pierres, terre, ou autres impuretés qui constitueraient d'abord une perte pour le brasseur et qui de plus nuiraient à la qualité de la bière. Les queues ne doivent pas avoir, en moyenne, plus de 1 centimètre de longueur. Les folioles doivent être exemptes de moisissures, de taches de rouille, de pucerons, etc. ;

3° *La forme.* — Les cônes d'un bon houblon ne doivent pas être trop gros, ils doivent être bien fermés, car lorsqu'ils sont trop ouverts, effeuillés ou déchirés, ils laissent facilement tomber la farine qui

y est contenue, et celle qui y subsiste s'altère. Toutefois, il vaut mieux voir dans un houblon quelques cônes effeuillés, ce qui est l'indice d'une maturité convenable, tandis que lorsqu'ils sont trop fermés on peut craindre qu'ils n'aient pas complètement mûri.

Le poids de 100 cônes d'un développement normal varie entre 14 et 24 grammes;

4° *La couleur.* — Un bon houblon doit être jaune vert ou vert clair. Un houblon trop jaune est l'indice d'une maturité trop avancée. On doit le rejeter lorsqu'il a une couleur tirant du côté du brun, car il est probable que cette teinte est due à un échauffement qui s'est produit en sacs ou pendant le séchage. Toutefois, certains houblons font exception à cette règle;

5° *L'odeur.* — Suivant leur origine, les houblons ont une odeur fine et aromatique, rappelant le fruit, la fraise, comme ils peuvent avoir aussi une odeur rappelant celle de l'ail ou de l'ognon. Les meilleurs houblons ont une odeur très douce et légèrement parfumée. L'absence de parfum provient souvent du peu de farine dans les cônes. Dans ce cas, le manque d'odeur indique qu'il y a pauvreté en lupuline. S'il a beaucoup de lupuline et qu'il ne sente pas ou presque pas, on peut admettre que la maturité n'a pas été suffisante.

Il ne faut jamais employer un houblon sentant le

rance, le fromage, la moisissure ou le renfermé, indices d'un commencement de décomposition.

Pour reconnaître l'odeur d'un houblon, il suffit de partager un cône en deux, de frotter les moitiés l'une contre l'autre et de sentir le parfum qui s'en dégage;

6° *Le goût*, qui doit être pur et d'une amertume agréable;

7° *La viscosité*. — Lorsque après avoir pressé du houblon dans la main on l'abandonne ensuite à lui-même, si les cônes adhèrent encore les uns aux autres et ne se séparent que lentement, c'est l'indice qu'il est riche en huile et en résine, qualité qu'il faut rechercher. Si l'on ouvre un cône et qu'on trace avec lui un trait sur la main, ce trait doit être jaune et gluant et non vert de gazon, ce qui indiquerait une maturité incomplète;

8° *L'état de la lupuline*. — Si l'on déchire un cône, on doit trouver à l'intérieur une grande quantité de lupuline. Le houblon est d'autant meilleur que la lupuline est en grande abondance. La lupuline doit être d'un jaune clair et posséder une surface lisse et brillante. Le houblon vieux a une lupuline foncée. Les glandes dont la lupuline est formée, doivent être, dans le houblon frais, bien pleines, de couleur jaune clair, brillantes, et, si on les broie, il en sort un liquide fluide incolore, qui est jaune sombre ou brun dans le houblon vieux;

9° *La bractée, les côtes, la graine, le poids des péri-*

gones. — La bractée (petite feuille qui recouvre les fleurs avant leur développement), doit être mince et molle; elle ne doit correspondre qu'à 75 p. 100 du poids du cône.

Les côtes, dans les houblons qui ont bien mûri, ne doivent représenter que 10 à 11 p. 100 du poids des cônes.

La graine qui se trouve au bas des folioles des cônes doit faire défaut ou être très peu accentuée. S'il en était autrement, le houblon serait de qualité inférieure et son arôme ne saurait être fin.

Le poids des périgones doit représenter, environ, 4 p. 100 de celui des cônes;

10° *La composition chimique.* — Il y aurait toujours intérêt à procéder ou à faire procéder à l'analyse chimique d'un houblon; on s'assurera ainsi de la qualité d'un bon houblon, dans lequel la quantité d'eau contenue ne doit pas dépasser 12 p. 100 et le poids des cendres 10 p. 100.

La proportion d'extrait obtenu par l'extraction avec l'alcool, doit être de 35 à 40 p. 100, calculée sur le houblon sec.

Un houblon est d'autant meilleur que sa teneur en tannin est plus élevée; celle-ci, suivant les variétés, varie en moyenne de 3 à 6 p. 100.

Il en est de même pour la résine, dont la proportion doit être d'au moins 12 à 18 p. 100.

L'eau.

Ainsi que nous le verrons par la suite, la brasserie emploie une grande quantité d'eau, car la bière, en somme, n'est qu'un liquide aqueux, nous pourrions presque dire ne simple infusion, qui renferme les divers principes savoureux, astringents, alcooliques, albumineux, etc., dont l'industrie parvient à la pénétrer, de manière à en faire une liqueur homogène qui flatte le palais de certains buveurs.

A ce titre, l'eau joue donc dans cette industrie un rôle capital et constitue une matière première d'une importance sur laquelle il nous semble inutile d'insister, étant donnée l'action que les éléments qu'elle contient naturellement, suivant les sources où on la puise, peut exercer au point de vue chimique, sur les principes divers et multiples avec lesquels elle se trouve en contact, dans une liqueur aussi complexe que la bière.

En principe, l'eau dont on fait usage dans une brasserie devrait être aussi pure et aussi douce que possible, mais les eaux de cette qualité sont rares dans la nature. Sans entrer dans des considérations étendues sur les eaux de qualités diverses qui roulent à la surface du sol, ou qu'on puise à diverses profondeurs, nous dirons que l'on doit rigoureusement exclure de la brasserie celles qui sont chargées de

principes terreux et inorganiques qui modifient, altèrent et suppriment parfois leur énergie dissolvante, qui, de plus, déposent ces matières sur la surface des vases, les rendent, tout d'abord, mauvais conducteurs de la chaleur, nécessitent, de la sorte, un surcroît de combustible, exposent les produits soumis au chauffage à des coups de feu qui compromettent leur saveur, enfin donnent lieu à des combinaisons qui annihilent parfois totalement les principes dont la présence constitue l'une des valeurs de la liqueur.

D'un autre côté, il arrive fréquemment que les eaux sont souillées par des impuretés organiques qui communiquent nécessairement aux bières qui en proviennent une odeur et une saveur plus désagréables que celles qu'elles empruntent aux matières terreuses et aux matières grasses qu'elles renferment.

Les eaux des fleuves et des rivières dont le cours est suffisamment rapide, sont en résumé les plus propres à la brasserie, seulement elles sont parfois à une température trop élevée, en été, pour qu'on les emploie, à l'état naturel, pour rafraîchir. Celles des sources et de certains puits, quand elles renferment en solution beaucoup d'acide carbonique, sont éminemment propres à rafraîchir les moûts qu'on va mettre en levûre. D'un autre côté, le sulfate de chaux (plâtre), que certaines eaux contiennent en abondance, est fort nuisible, en ce que, dans la fermen-

tation, ce sel donne lieu, par décomposition, à la production d'acide sulfureux qui peut enrayer totalement le développement de cette fermentation. On considère les eaux ferrugineuses comme avantageuses, surtout quand elles tiennent en même temps de l'acide carbonique en dissolution, ce qui est souvent le cas. Enfin, on a constaté que plus les eaux sont dures, plus il faut que la macération et la fermentation s'opèrent à une température élevée, pour obtenir un bon travail.

En résumé, il faut se garder d'une manière absolue, en brasserie, de l'emploi des eaux séléniteuses, crues, gypseuses, plâtrées, qui s'opposent à la dissolution des matières albumineuses, pectiques, protéiques, que la bière, en raison de son origine, contient toujours en grande abondance, qui constituent pour elle des germes d'altération, et qui, une fois insolubilisées, ne sont que très difficilement éliminées par les subtances astringentes (tannin), que l'on y introduit par le houblon ou artificiellement. Enfin, en même temps que les eaux de cette nature sont contraires au développement régulier de la fermentation, elles donnent lieu à une combinaison chimique dont le résultat est de faire disparaître en partie, de la bière, un élément précieux, l'acide phosphorique, lequel, dans ce cas, se transforme en phosphate de chaux, au contact des calcaires contenus dans l'eau.

Somme toute, l'eau destinée à la fabrication de la

bière doit présenter toutes les qualités de l'eau potable, et ce serait une grande erreur de la part du brasseur, que de ne pas apporter tous ses soins au choix de cette matière première si importante, car il faut bien qu'il se dise que toute négligence à cet égard se traduit pour lui par une perte inévitable, soit que les matières extractives des produits employés, n'aient pas été complètement dissoutes, soit que, la fermentation ayant été enrayée, tout l'alcool qu'il était possible d'obtenir n'ait pas été fourni, soit enfin qu'un surcroît de calorique ait été nécessaire, comme il arrive généralement avec les eaux chargées de principes minéraux. Nous ne parlerons pas ici de la qualité de la bière qui peut être fortement altérée, emprunter des goûts peu flatteurs au palais, à l'eau défectueuse que l'on emploierait.

L'eau utilisée par les brasseurs doit dissoudre le savon sans former de grumeaux, cuire les graines légumineuses sans les durcir, et surtout ne pas se corrompre au contact de l'air. Ces propriétés se rencontrent habituellement dans les eaux de source ou de puits, mais on doit toujours s'en assurer par des essais préparatoires.

« Les eaux qui ne renferment pas de sulfate de chaux en excès, dit M. Basset, qui ne contiennent pas de sulfate de fer et de magnésie, qui sont débarrassées des matières organiques en voie d'altération, peuvent être employées au brassage, pourvu que, par

une exposition suffisante à l'air, on leur ait fait perdre leur acide carbonique, et que, de la sorte, on ait forcé la précipitation du carbonate de chaux.

« Nous aimerions, ajoute cet auteur, voir adopter comme mesure générale un procédé de purification des eaux dans lequel la filtration au charbon jouerait un rôle important, après toutefois qu'on aurait éliminé les sels minéraux nuisibles. »

Cette purification serait facilement obtenue au moyen d'agents chimiques commandés par les circonstances et dont l'action aurait pour but de débarrasser l'eau des principes désavantageux à la fabrication de la bière, qu'elle pourrait contenir, et de les précipiter à l'état insoluble ; les réactions ainsi obtenues constitueraient une première clarification que le filtrage viendrait ensuite compléter. Une brasserie utilisant, en général, à peu près toujours la même eau qu'elle trouve à sa portée, il suffirait d'une indication une fois donnée par un chimiste habile, pour qu'à l'avenir on la traitât de la même manière, en vue du même résultat.

Le liquide ainsi traité serait ensuite filtré en le faisant passer à travers une couche épaisse de charbon de bois concassé, et l'on pourrait, par ces divers moyens, avoir toujours une eau à peu près pure et très convenable pour une bonne fabrication.

CHAPITRE III

Le travail de la brasserie résumé. — La germination ; phénomènes auxquels cet acte donne naissance ; conditions générales qui la provoquent : humidité, température, air. — La germination en brasserie, opérations : le mouillage ; la germination proprement dite. — Modification des substances par suite de la germination.

Quelles que soient les sortes de bières que l'on fabrique, les principes généraux de fabrication sont partout et toujours identiques, et il n'existe de différences que dans la proportion et la nature des matières premières employées, dans leur préparation préalable, enfin dans leur manipulation.

Pour le surplus, la fabrication de cette liqueur pourrait se résumer dans les termes généraux suivants :

1° Traitement des grains en vue de donner naissance au principe transformateur de l'amidon en sucre et en dextrine, c'est-à-dire à la *diastase*, dont nous avons déjà dit quelques mots, au commencement de cet ouvrage, et qui s'obtient en provoquant dans les grains une *germination* artificielle à la suite

de laquelle le produit obtenu est désigné sous le nom de *malt*;

2° Traitement du malt de façon à le rendre plus apte aux fonctions qu'il est appelé à remplir ;

3° La *saccharification* des matières amylacées contenues dans le malt, ou *brassage* proprement dit, opération qui consiste notamment à dissoudre dans l'eau le sucre renfermé à l'état de combinaison dans le malt;

4° Enfin la *fermentation*, qui a pour objet la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique.

Nous allons entrer dans les détails de la première de ces opérations.

La germination.

La germination, avons-nous dit, développe dans les céréales, et particulièrement dans l'orge, une substance qu'on appelle la *diastase*, qui a la propriété de transformer l'amidon du grain, d'abord en dextrine, puis en glucose, sorte de sucre incristallisable, analogue au sucre de raisin.

L'amidon, la dextrine et le sucre constituent des substances isomères, c'est-à-dire composées des mêmes éléments qui sont le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. La seule différence qui existe entre eux, c'est que ces trois éléments n'entrent dans la composi-

tion des corps dont il s'agit, qu'en proportions déterminées pour chacun d'eux.

Ainsi, tandis que la formule chimique de l'amidon et de la dextrine est représentée par :

$$C^{12}H^{9}O^{9}HO$$

c'est-à-dire 12 équivalents de carbone, 9 équivalents d'oxygène, 9 équivalents d'hydrogène et de l'eau, celle du glucose est de :

$$C^{12}H^{14}O^{14}.$$

En rapprochant cette dernière formule de la précédente, on voit que le glucose ne diffère de l'amidon que par les éléments d'hydrogène et d'oxygène, c'est-à-dire les éléments constitutifs de l'eau, qui sont plus considérables dans la première que dans la seconde de ces substances. L'amidon, en se changeant en glucose, éprouve donc tout simplement une hydratation.

Fait-on bouillir dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique, ou même de tout autre acide, de l'amidon humecté au préalable avec de l'acide sulfurique concentré, il change complètement de nature et finit par s'y dissoudre. Il prend d'abord toutes les propriétés des gommes, et on lui donne le nom de dextrine ; puis, de cet état, il passe à celui de glucose ou sucre de raisin.

La germination d'une graine dans le sol nous offre le même phénomène. A l'origine, la graine contenait beaucoup d'amidon ; lorsque la germination est achevée, il n'en reste plus trace ; l'amidon s'est changé en dextrine et en sucre.

Cette transformation s'est accomplie à la faveur des acides et de l'humidité qui se trouvent à l'état naturel dans la terre arable et qui ont joué vis-à-vis de la graine le rôle qu'on lui fait jouer, artificiellement, dans l'expérience ci-dessus.

Nous avons vu, au commencement de cet ouvrage, comme quoi un produit indéterminé dont la découverte est due à MM. Payen et Persot et qu'on appelle la *diastase*, possède, au même titre que les acides étendus, la propriété de désagréger l'amidon et de le transformer d'abord en dextrine et en second lieu en sucre, lorsque, par des moyens artificiels, on provoque la germination du grain.

C'est donc cette première évolution de la graine féculente qui nous donnera le malt, dont nous avons à nous occuper tout d'abord.

Les conditions générales de la germination des grains sont l'humidité, la température et la présence de l'oxygène, c'est-à-dire de l'air atmosphérique ; cette fonction s'accomplit d'autant mieux que ces conditions sont observées rigoureusement et qu'on place le grain dans les meilleures conditions pour les mettre à profit. Il n'y a rien, en effet, qui importe

plus au brasseur que le maltage bien fait, et il convient d'étudier avec soin les données qui s'y rattachent.

Humidité. — Aussi longtemps qu'une graine est conservée dans un endroit sec, elle ne subit aucune modification. Si, au contraire, on la met en contact avec de l'eau, celle-ci ne tarde pas à la pénétrer, à la gonfler, et à modifier, par une série de dissolutions et de combinaisons chimiques diverses, la nature initiale des éléments hétérogènes qui entrent dans la composition de la semence. En réalité, le phénomène principal qui s'accomplit pourrait se résumer dans cette expression : décomposition de l'eau représentée par la formule HO, qui cède son hydrogène et son oxygène à l'amidon représenté par la formule $C^{12}H^{9}O^{9}HO$, ainsi que nous l'avons vu plus haut, lequel se trouve, par suite, saccharifié, de la même manière que le feraient les acides, et voit sa formule devenir celle du glucose $C^{12}H^{14}O^{14}$, par suite de l'emprunt de trois équivalents d'hydrogène et d'oxygène qu'il fait à l'eau.

Température. — Comme la plupart des phénomènes chimiques et physiques que l'on provoque en vue de la transformation des matières, celle-ci s'accomplit d'autant plus facilement et régulièrement, que ces matières sont placées sous l'influence d'une température dont l'expérience a généralement fixé le degré. Dans le cas qui nous occupe, il a été reconnu que la

température de 12 à 15 degrés centigrades était la plus favorable.

Air. — La germination étant notamment caractérisée par l'oxydation des substances qui constituent le grain, ne saurait s'accomplir, pas plus artificiellement qu'au sein de la terre, hors de la présence de l'air atmosphérique, qui cède une partie de son oxygène aux semences.

La germination en brasserie. — Opérations.

Ces principes généraux étant établis, il ne nous reste plus qu'à entrer dans le détail des opérations à faire subir aux grains, pour en obtenir la germination et ensuite le malt, et qui sont : 1° le mouillage du grain ; 2° la germination proprement dite ; 3° la dessiccation des grains germés.

Le *mouillage* du grain s'opère dans une grande cuve ronde ou carrée, dite cuve-*mouilloire*, en bois, en maçonnerie ou en fer, d'une capacité au moins de 1/5e plus grande que le volume du grain qu'on veut mouiller, de manière que celui-ci ait à sa disposition la quantité d'eau qu'il peut absorber et qui est de 40 à 50 pour 100 de son poids.

Telle qu'elle est livrée à la brasserie, l'orge n'est pas propre ; elle contient des grains plus ou moins entiers, de la terre, des pierres, de la poussière, des champignons de moisissure, des graines de mauvaises herbes, des grains morts, etc. En la soumettant au

trempage dans cet état, on ne réussirait qu'à enlever en partie les impuretés qu'elle contient, et la plupart d'entre elles arriveraient au germoir avec l'orge, resteraient dans le malt, et seraient brassées avec lui. Leur influence défavorable se fait déjà sentir au germoir : une partie y moisit, se décompose, et communique au malt vert une odeur et une saveur de mauvais aloi qui se continuent dans le malt touraillé.

On ne doit pas se contenter d'éliminer ces impuretés diverses de l'orge, il faut encore que celle-ci soit triée afin d'être débarrassée des grains inférieurs, pour ne laisser arriver au germoir que des grains autant que possible de la même grosseur et exigeant la même durée de trempe, conditions indispensables pour obtenir une germination régulière et un malt sans défaut.

Il faut considérer, en effet, que la bière, en raison de la quantité considérable de principes organiques qu'elle renferme, est exposée à une foule d'affections, de maladies, si on a négligé de prendre les mesures recommandées, soit pour éliminer ces éléments de trouble, soit pour les mettre dans l'impossibilité de nuire. Dans ce cas, la bière laissera à désirer d'une façon quelconque, elle n'acquerra jamais le brillant, la limpidité que l'on recherche dans cette liqueur, elle aura mauvais goût. elle sera plate, elle ne moussera pas, elle périra rapidement, etc.

Ces affections peuvent naturellement découler de vices dans la fabrication proprement dite de la boisson, mais, le plus souvent, elles prennent leur origine dans la nature défectueuse des matières premières mises en œuvre ; or, parmi celles-ci, il est incontestable que le malt joue le principal rôle ; la qualité de ce malt dépendra donc surtout de celle de l'orge qui l'aura fourni.

Pour éliminer de l'orge tous les éléments d'impureté qu'elle peut contenir, il sera donc essentiel, avant de procéder au mouillage, de trier et de nettoyer le grain aussi complètement que possible, au moyen d'appareils spéciaux destinés à ce service : tarares, blutoirs, cribles, vans, trieurs, etc., puis on le verse dans la cuve pour le laver, le débarrasser des matières poussiéreuses et terreuses qui pourraient être restées fixées à sa surface, également pour éliminer une substance âcre contenue dans son écorce, et enfin pour permettre d'enlever les pailles, les grains légers ou avortés qui seraient mélangés avec lui.

A cet effet on brasse avec soin la masse à l'aide d'une pelle, on enlève au moyen d'une sorte d'écumoire les grains vides et les matières légères qui viennent surnager à la surface, tandis que le bon grain descend au fond. On laisse reposer pendant une ou deux heures, on évacue ensuite cette eau de lavage qui sort trouble et chargée de matières impures, et on renouvelle cette opération une seconde

et même une troisième fois, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'eau soit complètement limpide.

La durée du mouillage varie nécessairement avec la nature du grain, son état de siccité plus ou moins grande, l'épaisseur des enveloppes, la température ambiante, et le soin apporté à la manœuvre de l'opération.

D'après M. Malepeyre [1], pour que le grain puisse germer complètement, il convient non seulement que ce grain soit de bonne qualité et doué de toutes les propriétés de la vie végétative, mais il faut aussi que le mouillage soit fait avec une attention toute particulière, parce que, dans cette opération, il arrive parfois que le grain perd aisément son énergie germinative, surtout le seigle, qui ne doit pas rester plus de trente-six heures sous l'eau. D'ailleurs, un mouillage incomplet oblige ensuite à de fréquents arrosages du grain germé, étendu en couches minces dans un local disposé spécialement pour cet objet.

D'autre part, un mouillage trop abondant nuit, en général, à la germination du grain. On présume qu'il dissout et qu'il enlève au grain quelques sels qui lui sont nécessaires comme stimulant dans cette opération, et c'est pour cela qu'on a conseillé, pendant le mouillage, de laisser alternativement le grain dans l'eau et hors de l'eau. Ainsi traité, le grain se pénètre

[1] *Manuel du Brasseur.*

mieux de liquide, sans dissoudre et enlever certains principes solubles et utiles. Ajoutons qu'un mouillage trop prolongé pourrait provoquer l'altération des grains et la dégénérescence putride de certaines de leurs substances.

Le mouillage est terminé, en été, au bout de huit à douze heures ; en automne et au commencement du printemps, après quarante à quarante-huit heures, tandis que, en hiver, il dure jusqu'à trois ou quatre jours.

Dans quelques parties de l'Allemagne, ajoute M. Malepeyre, on nettoie et on mouille le grain dans une seule et même eau, où il ne séjourne que quelques heures ; on fait couler cette eau, on met le grain en tas, on le retourne de temps en temps, à diverses reprises, en l'arrosant chaque fois. On laisse ainsi, alternativement, le grain mouillé, puis sans eau, jusqu'à ce que le mouillage soit parfaitement opéré dans toute la masse.

L'orge peut être considérée comme convenablement mouillée, quand l'enveloppe du grain peut s'en détacher facilement ; quand celui-ci, gonflé, commence en partie à s'ouvrir et qu'on peut l'écraser entre les doigts.

Le mouillage du froment s'opère à peu près dans le même laps de temps que celui de l'orge ; celui de l'avoine exige une plus longue durée. Lorsque le mouillage a été fait dans de bonnes conditions, tous

les grains doivent être arrivés ensemble au même degré de ramollissement, mais, pour obtenir ce résultat, il est essentiel de ne se servir que de grains de même provenance, de même âge, et possédant le même degré de dessiccation.

Du reste, le mouillage s'opère de différentes manières, dans les pays où la bière constitue la boisson principale ; ce qu'il importe seulement, c'est qu'il soit uniforme, pour que la germination se développe d'une façon régulière dans toute la masse.

Germination proprement dite. — Lorsque le grain a absorbé toute l'eau qu'il peut prendre, il s'agit de le placer dans des conditions telles que les phénomènes physiologiques et les mouvements organiques à la suite desquels la germination se manifeste, puissent se produire.

Nous avons dit que ces conditions essentielles étaient : l'humidité, un certain degré de température, et l'air. Le grain, humecté par le mouillage, de la façon que nous venons d'expliquer, se trouve déjà dans la première de ces conditions ; reste à réunir les deux autres.

Le grain retiré des cuves, dont l'eau a été préalablement évacuée, est transporté dans le *germoir*, local spécialement aménagé pour qu'il soit frais en temps chaud, d'une température modérée en temps froid, voûté, dallé avec soin, où l'air doit pouvoir circuler librement et être entièrement renouvelé au moyen de

fenêtres à diverses expositions, qu'on peut ouvrir et fermer suivant les besoins.

On y dispose les graines en tas plus ou moins volumineux, suivant la saison, plus épais en hiver et moins en été. Ceux-ci commencent par s'égoutter, puis, sous l'influence des réactions qui se manifestent dans leur masse, ne tardent pas à voir leur température s'élever graduellement. On étend alors le grain en couches plus ou moins épaisses, en se réglant toujours sur la température de l'air extérieur, environ 10 à 12 degrés centigrades, et au bout de vingt-quatre à trente-six heures celui-ci, qui s'était tout d'abord quelque peu desséché, redevient humide en absorbant l'humidité superficielle qui s'est formée à sa surface, par l'effet d'un véritable ressuage ; c'est alors que son enveloppe se déchire pour laisser apparaître les radicelles, tandis que le germe ou la plumule sort de son côté ou continue son évolution sous l'enveloppe.

Le premier phénomème de la germination, c'est l'apparition, au bout de chaque graine, de la petite proéminence blanche qui porte le nom de radicelle ou petite racine et qui se divise promptement en trois racines. Un jour après la pousse des racines, on aperçoit les rudiments de la tige future, auxquels on a donné le nom de *plumule* ou *gemmule* et qui constituent le *germe* de la plante. La plumule ou germe prend naissance à côté de la racine, à la même extré-

nité du grain ; mais elle se développe à l'intérieur pour sortir à l'extrémité opposée.

A mesure que le germe pousse à travers le grain, a partie farineuse de la semence éprouve des modifications chimiques qu'il importe d'arrêter avant que e germe n'arrive à l'extrémité opposée de la racine, autrement, la matière glutineuse et mucilagineuse du grain, absorbée par l'embryon de la plante, serait perdue par la fabrication.

La rapidité de la germination est en raison de la température plus ou moins élevée qu'on laisse régner dans le germoir, mais il est démontré que la qualité des produits gagne à ce que ce travail n'ait pas été trop précipité. D'une manière générale, on pourrait dire que le degré de chaleur à atteindre devrait être celui qu'on observe au printemps, à l'époque où les végétaux commencent leur évolution physiologique.

Les brasseurs soucieux d'obtenir de bons produits règlent la température de leur germoir de façon à ce que le thermomètre ne s'y élève jamais au-dessus de 12 à 15 degrés centigrades. La superficie de ce local doit être calculée de façon à ce que un hectolitre d'orge qu'on prétend y faire germer, dispose d'environ un mètre un quart carrés, ce qui représente deux mètres et demi à trois mètres et demi carrés pour 100 kilogrammes d'orge crue, suivant l'épaisseur de la couche qu'on donne à l'orge mouillée.

Un germoir doit être maintenu dans un état con-

stant de propreté; c'est là une condition essentielle pour ne pas éprouver de mécomptes, qui pourraient résulter de l'altération des grains, au contact des matières susceptibles de les affecter.

Dans certaines brasseries on croit devoir arroser de temps à autre les couches de grains disposées dans le germoir, c'est là une pratique qui nous semble inutile, à moins que, par un excès de température ou d'aération, on n'ait provoqué la dessiccation des grains; il suffit, suivant nous, pour obtenir une bonne germination, de démonter et de remonter de temps en temps les couches à la pelle de bois, en observant avec soin la marche du phénomène, la température atmosphérique, celle qui se développe dans les tas, etc.

L'un des plus graves dangers que l'on ait à redouter pendant la germination, c'est l'envahissement des grains par la moisissure.

La moisissure des couches, en germination, a deux causes bien distinctes. Elle a d'abord son origine dans une avarie quelconque qu'a subie le grain avant sa mise en cuve-mouilloire, avarie qui l'empêche de poursuivre convenablement l'acte germinatif; dans ce cas, toutefois, la moisissure ne se propage pas de grain à grain, hormis lorsque le contact des grains malades et des grains sains est très prolongé.

Mais la moisissure peut aussi envahir la couche, durant l'acte germinatif, alors même que le grain mis au germoir était sain et ne renfermait pas de graines

avariées susceptibles d'y développer cette maladie. C'est le cas qui se produit si fréquemment en été dans les germoirs dépourvus d'une bonne ventilation, ou lorsque la couche n'a pas subi un mouillage suffisant pour entretenir la vie germinative au sein de la graine.

Dans ce dernier cas, la moisissure envahit la couche du grain d'une façon bien plus dangereuse que dans le cas précédent (celui qui avait pour cause une avarie partielle de la marchandise).

En effet, lorsqu'au lieu de rencontrer les conditions qui favorisent la germination normale des grains, ces derniers sont exposés à subir l'acte germinatif dans un milieu ne réunissant pas les conditions d'humidité, d'oxygénation, de température, indispensables pour assurer l'évolution vitale de la graine, la vie végétative languit, la vitalité de la graine s'atrophie, finit par disparaître, et c'est à ce moment que la moisissure envahit la couche tout entière, et non plus partiellement, comme il arrive en cas d'avarie préexistante des grains. La moisissure alors ne se propage plus lentement d'un grain à un autre, mais frappe du même coup tous les grains sans exception.

Dans le premier cas, il y a moisissure partielle sur les grains avariés, parce que ces grains ne sont plus aptes à subir la germination normale dont l'accomplissement ne permettrait pas aux moisissures de se produire.

Dans le second cas, il y a moisissure générale de la couche, parce que les grains, bien qu'introduits en cuve-mouilloire très sains, non avariés par une cause quelconque préexistante, n'ont pas rencontré sur le sol du germoir les conditions indispensables pour végéter normalement. Dans les deux cas, la moisissure a été l'accompagnement fatal d'une insuffisance de vie dans la graine en travail.

Les grains atteints de la moisissure se distinguent dans le malt achevé, car la matière colorante qui y adhère encore les fait remarquer. Le malt contenant des grains rouges doit être nécessairement de qualité inférieure, car il contient des grains qui ont été atteints par la moisissure, et la végétation de moisissure doit avoir exercé une action préjudiciable sur les substances du grain, en lui enlevant des matières extractibles et en lui communiquant un goût particulier.

« En brasserie, dit M. Basset, on considère la germination comme terminée, lorsque la *radicelle* a atteint une longueur égale à une fois et demie celle du grain, bien que la plumule ne soit pas sortie et qu'elle n'ait encore atteint que la moitié de celle du grain. On trouve même que, pour le froment, ce développement de la radicelle est trop considérable et qu'il convient de s'arrêter à une longueur égale à celle du grain.

« Ce serait, ajoute cet auteur, à ce point que l'agent transformateur de l'amidon aurait atteint son maxi-

mum ; mais comme on manque à cet égard d'expériences précises, nous croyons que l'on devrait faire intervenir dans la question des éléments dont on ne tient pas assez compte, savoir : le mode d'hydratation, la température observée, et le temps exigé par l'opération. Nous avons cru devoir conclure de nos expériences que le maximum de l'agent transformateur est atteint, lorsque la plumule s'est développée d'une longueur égale à celle du grain, qu'elle soit ou non sortie de ses enveloppes. Nous devons même ajouter que cette règle empirique ne peut être considérée comme certaine, si l'on n'a pas fait entrer en ligne de compte les éléments dont nous venons de parler. Il y a des grains, le maïs, par exemple, dans lesquels la germination doit encore dépasser ce terme, pour avoir produit le maximum de substance transformatrice. »

C'est donc ici, ajoute encore M. Basset, une question qui nécessite des vérifications attentives. Toute la brasserie repose, en effet, sur la perfection du maltage, sur les bonnes conditions dans lesquelles s'effectue la germination, puisque c'est de la production de l'agent transformateur que dépend la saccharification ultérieure de la fécule, et que le rendement en est la conséquence immédiate. La conservabilité de la bière n'est pas elle-même sans relation avec cet ordre de faits, puisque la plus forte proportion de glucose répondra à une quantité moindre de dextrine

et que la clarification sera rendue plus facile, en même temps que les causes de dégénérescence seront écartées.

Du reste, on peut faire intervenir un autre ordre de considérations dans la question du maltage, suivant le produit que le brasseur a en vue d'obtenir.

C'est ainsi que s'il veut, par exemple, dans la composition de ses brassins, faire usage de grains crus, concurremment avec des grains germés, ou bien encore que s'il désire fabriquer une bière qui fermente et qui soit très alcoolique, il devra laisser pousser la plumule jusqu'au bout du grain, pour avoir un malt d'un pouvoir diastasique plus considérable et, par conséquent, susceptible de transformer une plus grande quantité d'amidon en maltose. S'il entre au contraire dans l'intention du brasseur d'obtenir des bières s'atténuant peu, il arrêtera la germination quand la plumule aura atteint le milieu du grain, donnant ainsi un moût dextrineux et, partant, une bière moelleuse. Dans le premier cas, il doit soigneusement éviter que la plumule ne sorte du grain, qu'il y ait des *hussards*, comme on dit vulgairement ; cela entraîne des pertes de substances. Aussi longtemps que la plumule ne sort pas du grain, l'amidon est peu attaqué ; mais dès que cela arrive, l'amidon qui se trouve à la base du grain disparaît peu à peu et est assimilé par la jeune plante. Il en est ainsi pour l'orge ; mais pour le froment et le maïs, dont la plumule

croit en dehors du grain, l'amidon paraît être attaqué plus tôt.

Pour le malt destiné à la fabrication de la bière de conserve, il est indispensable d'avoir un grain d'une végétation uniforme, et dont la plumule et les radicelles sont bien développées. Il ne suffit pas que la plumule seule se développe, pour obtenir un malt favorable à la fabrication de bière fine, mais l'expérience a démontré que sont seulement propices à la fabrication de cette bière, les malts dont la plumule et les radicelles ont poussé vigoureusement et simultanément; la plumule doit être aux trois quarts de la longueur du grain, et les radicelles environ du double de la longueur.

La germination arrive généralement à son terme après 9 à 12 jours, lorsque l'on a maintenu la température du germoir entre 10 et 12 degrés, et il y a lieu de faire remarquer qu'elle s'effectue d'une manière plus régulière lorsqu'on a eu soin de soustraire le grain à l'action directe des rayons solaires.

Quand on estime que le phénomène peut être considéré comme suffisamment accompli en raison du but poursuivi, il convient de prendre les mesures nécessaires pour que l'action germinative ne soit pas poussée plus loin, ce qui occasionnerait des pertes de substances. A cet effet, on soumet le grain à un aérage aussi actif que possible, de manière à chasser l'excès

d'humidité, et, pour cela, on l'expose en couches minces, qu'on retourne fréquemment à la pelle. Cette opération doit s'exécuter dans un lieu sec, comme un grenier par exemple, qu'on puisse facilement ventiler. Un perfectionnement notable consiste à étendre le malt sur une série de treillages à châssis mobiles, superposés les uns aux autres, de manière à donner accès à tous les points pour charger, décharger et renouveler les surfaces avec facilité.

Les radicelles ne tardent pas à se rider et à se faner, et la plumule cesse de s'allonger. Mais le travail physiologique provoqué au sein de la semence par les opérations qui précèdent, ne s'arrête pas cependant complètement, et il faut, pour l'enrayer tout à fait, soumettre celle-ci à une action plus énergique, à une dessiccation plus complète que l'on n'obtient que par la chaleur et au moyen d'une opération que l'on appelle le *touraillage*, qui s'opère dans des appareils que l'on désigne sous le nom de *tourailles*, et dont nous allons nous occuper plus loin.

Disons, cependant, que, pour la fabrication de certaines bières blanches, on utilise quelquefois le malt simplement desséché à l'air, dans les conditions que nous venons d'expliquer.

Modification des substances par suite de la germination.

Voyons maintenant les modifications de substances

qui se sont produites dans le grain d'orge, en passant à l'état de malt séché. Elles ont été déterminées par des analyses de M. Stein, qui ont donné à ce chimiste les résultats suivants :

	Orge crue.	Malt séché à l'air.	Germes.
Substances protéiques solubles.	1.258	2.131	15.875
Substances protéiques insolubles.. . . .	10.928	9.801	14.738
Substances cellulaires (moyennes). . . .	19.854	19.676	35.684
Dextrine.	6.500	7.559	»
Matières grasses. . . .	3.556	2.922	»
Sels minéraux. . . .	2.421	2.291	9.245
Matières extractives. .	0.896	4.000	»
Amidon (moyennes). .	54.282	51.553	»

Il résulte de l'examen de ce tableau que, par l'effet de l'acte germinatif, la quantité des substances solubles s'est accrue dans le malt, tandis que celle des substances insolubles a diminué en même temps que celle des matières cellulaires. La proportion de la dextrine a augmenté au détriment de l'amidon qui a commencé une transformation dont l'action va se poursuivre, ainsi que nous le verrons, dans les opérations ultérieures auxquelles on soumet le grain germé. Enfin les matières grasses ont subi une

légère réduction, tandis que les sels minéraux ont presque totalement passé dans les germes.

Mais ce ne sont pas là les seules modifications subies par le grain cru, qui a, en outre, perdu au maltage une partie de son poids, perte que M. Thomson a déterminé comme suit : 0,75 à 1 p. 100 pour les matières entraînées par le lavage et le mouillage; 3 p. 100 par les réactions de la germination elle-même; 3 à 3 1/2 p. 100 après l'enlèvement des radicelles; enfin 1 à 1 1/2 p. 100, pour déchets divers. Il est vrai de faire remarquer que plusieurs spécialistes estiment que ces pertes sont plus considérables, et les évaluent de 10 à 12 p. 100, de sorte que 100 kilogrammes d'orge crue ne donneraient, en définitive, que 88 à 90 kilogrammes de malt séché à l'air, après l'enlèvement des radicelles. Le rendement en malt diminuerait d'ailleurs, si l'on poursuivait la germination au delà des limites voulues et que nous avons déterminées plus haut.

CHAPITRE IV

Le malt vert. — Traitement du malt vert. — Le touraillage; pertes et modifications de substances par le fait du touraillage. — Les tourailles. — Nettoyage et conservation du malt touraillé. — Qualité d'un bon malt.

En sortant du germoir, le grain transformé par la germination prend le nom de malt vert.

De toutes les céréales employées à la fabrication de la bière, on ne fait guère germer que l'orge. Elle donne une proportion de diastase si forte, que, par l'action de celle-ci, non seulement la matière amylacée contenue dans l'orge elle-même, mais encore celle que peut contenir une quantité additionnelle considérable de froment et d'autres substances farineuses comme l'avoine, le maïs, le riz, le sarrasin à l'état cru, et même la fécule de pomme de terre, peut être transformée en dextrine et en sucre.

Mais ce n'est pas, généralement, à l'état de malt vert que l'on emploie le grain en brasserie. On lui fait subir, au préalable, une série d'opérations, et notamment celle du *touraillage*, dont nous allons

nous occuper, et qui ont pour objet de le compléter, de le rendre plus apte aux fonctions qu'il est appelé à remplir, de développer son arôme, enfin d'y ajouter certains parfums spéciaux, de la couleur, et diverses qualités que le consommateur recherche habituellement dans la bière.

Le touraillage.

Disons d'abord que l'aérage ou séchage du grain à l'air, n'y a pas fait cesser complètement le mouvement développé par la germination; il faut donc, si l'on veut conserver le malt, enrayer celle-ci par une action plus énergique, c'est-à-dire au moyen d'une dessiccation plus complète, par la chaleur, en un mot par le touraillage, qui s'opère dans des appareils appelés tourailles. Le touraillage, dans la fabrication de la bière, sert aussi à donner à cette boisson de la densité, ainsi qu'une certaine couleur et une saveur qui la font rechercher des amateurs.

Du reste, le touraillage est une pratique rationnelle qui exerce une heureuse influence sur le malt appelé à être utilisé par le brasseur. Il permet tout d'abord de se débarrasser complètement des radicelles poussées pendant la germination et qui fourniraient à la bière un goût désagréable; elle enlève ensuite au grain cette saveur particulière de crudité, d'herbe, si l'on veut, qui le caractérise et qui place les produits qui la possèdent dans un état d'infériorité marqué;

enfin elle donne lieu à la formation d'une matière colorante, l'acide mélassique de M. Péligot, et d'autres produits pyrogénés bruns, qui sont recherchés dans la fabrication des bières colorées, de la bière brune notamment, et qui, en outre, possèdent une propriété conservatrice que l'expérience a constatée.

Le touraillage du malt doit donc être considéré comme indispensable, mais on ne saurait entourer cette opération de trop de précautions.

Suivant l'emploi qu'on en veut faire ou le genre de bière que l'on prétend obtenir, le malt exige d'être desséché à une température plus ou moins élevée. Dans tous les cas, cette opération a une importance considérable en brasserie, car c'est d'elle que dépend le caractère de la bière, qui sera plus ou moins blonde ou plus ou moins brune suivant la manière dont cette opération aura été conduite.

Un article publié dans le *Journal des Brasseurs*, numéro du 12 février 1893, donne de précieuses indications à cet égard :

« C'est par un touraillage bien raisonné, y lisons-nous, et conduit avec les plus grands soins, que le brasseur s'assurera un malt de grand rendement et d'une saccharification facile. La condition principale d'un bon touraillage est le séchage complet du grain à basse température, sous l'action d'un courant d'air ne dépassant pas 35 à 37 degrés centigrades, température prise dans la chambre de chaleur, sous le pla-

teau et non à l'intérieur ou au-dessus de la couche, ce qui indiquerait un degré beaucoup trop élevé de l'air de dessiccation. Il faut que cette basse température soit observée non pas seulement pendant les premières heures du touraillage, mais encore jusqu'à ce que toute l'humidité du grain soit évaporée. Il est cependant utile, au début du touraillage, afin d'arrêter le développement de la végétation, de débuter pendant une heure et demie environ à une température un peu plus élevée, 43 à 45 degrés centigrades, pour revenir ensuite à 32 ou 35 degrés centigrades.

« C'est à tort, à notre avis, que les auteurs qui ont écrit sur la question ou proposé des plans de touraille, ont tous conseillé et pris pour objectif l'application du principe : que le touraillage du malt doit s'effectuer à température graduée. Au contraire, pour un touraillage rationnel, la dessiccation du grain jusqu'à élimination complète de la totalité de l'humidité qu'il renferme doit s'opérer à basse température constante, et avec une quantité d'air aussi grande que possible. En effet, ce n'est pas seulement au début du touraillage que la vitrification de l'amande du grain peut se produire, mais elle s'effectue aussi fatalement quand une température trop élevée vient saisir celle-ci, sans qu'elle ne soit tout à fait privée de son humidité.

« Aussi peut-on dire que la vitrification du grain sous l'action d'une température relativement élevée, est d'autant plus à redouter que ce grain, déjà privé

d'une partie de son humidité, en contient pourtant encore une partie assez forte pour amener cette vitrification partielle ou totale.

« Dans cet état, l'eau contenue encore dans le grain, en cuit l'amidon et en forme un empois qui, par la dessiccation ultérieure, transforme cet amidon en une partie dure et cornée, ressemblant à de la colle de pâte desséchée.

« Au début même de l'opération, l'intensité d'un courant d'air à température élevée est pour ainsi dire amortie par la grande humidité dont le grain est imprégnée. L'air chaud agit surtout sur l'humidité de la surface du grain, il s'en sature, et l'amande est en quelque sorte ainsi protégée par le froid relatif qui est la conséquence de cette grande évaporation. Au contraire, l'eau de l'amande même du grain demandera plus de temps pour s'évaporer, et c'est pendant cette période que la plus grande attention doit être apportée à l'observation des températures dans la chambre de chaleur.

« Ainsi qu'on a pu le constater en pratique sur toutes les tourailles, la vitrification du grain s'opère du moment où l'on se place dans les conditions de température capable de la faire naître, c'est-à-dire à cette période de la dessiccation que nous venons de mentionner plus haut.

« Le principe qu'il faut sécher le grain à température graduée est donc complètement erroné, et, à

notre point de vue, il faut lui substituer celle-ci :

« Le grain doit être presque complètement dépouillé de son humidité, sous l'action d'un puissant courant d'air à température constamment modérée, 32 à 35 degrés centigrades.

« C'est l'unique moyen d'obtenir un malt d'une friabilité parfaite, c'est-à-dire admirablement préparé pour une facile et prompte saccharification, et pour l'extraction complète des matières utiles, lors du brassage en cuve-matière.

« Le malt doit être très rapidement privé de la plus grande partie de son humidité, pour éviter la formation de l'acide lactique qui se forme surtout dans les dessiccations prolongées. Les moyens d'arriver à ce résultat sont d'abord de donner peu d'épaisseur à la couche de grain sur le plateau de la touraille, afin de permettre à l'eau d'évaporation d'être rapidement enlevée de la couche même, et ensuite de construire le foyer de la touraille en vue d'une arrivée considérable d'air froid appelé à se mélanger dans la chambre de chaleur à l'air chaud venant directement du fourneau, puis encore de faire opérer des retournes fréquentes par un ouvrier capable, sachant se servir convenablement de la pelle et faire prendre aux grains de la surface la place de ceux qui ont déjà séjourné un certain temps directement sur le plateau, en même temps que ceux-ci se retrouvent à leur tour au-dessus.

« Autrefois on se contentait d'arriver à 60 degrés centigrades pour clore définitivement la dessiccation du malt; on tient aujourd'hui avec raison à terminer l'opération à une température beaucoup plus élevée, 95 degrés et même davantage. Outre que le grain acquiert par son séjour à ce haut degré le parfum appelé l'*arôme de la touraille*, une certaine transformation de la matière amylacée et albumineuse s'opère sous l'action de cette température, laquelle exerce, la pratique le prouve, la plus heureuse influence sur le brassage, la cuisson et le tranché du moût, ainsi que sur sa clarification définitive.

« Ajoutons que cette température élevée n'a aucune influence sur la friabilité ni sur la belle couleur du malt, qui peut être aussi pâle et aussi blanc que possible, suivant que l'on prolonge plus ou moins longtemps la température élevée.

« Nous avons le choix, dit de son côté le professeur Michel, entre deux modes de tourailler le grain. Nous pouvons le sécher avec beaucoup d'air et peu de chaleur, ou bien nous pouvons chercher, tout en éliminant l'eau qu'il renferme, à produire une transformation essentielle de la substance du malt, résultat qu'on n'obtient qu'avec une forte chaleur et une petite quantité d'air.

« Dans le premier cas, nous obtiendrons un malt qui conviendra pour la confection de bières pâles, vineuses, mais sans moelleux (bières façon Bohême).

On sait d'ailleurs qu'un malt ainsi touraillé n'exerce pas une bonne influence sur la levûre.

« Pour préparer le malt du type approprié à la fabrication des bières de Vienne, on s'efforce de sécher le malt vert à une température qui ne doit pas dépasser 35 à 37 degrés centigrades.

« Quand le malt est suffisamment sec, on ferme partiellement les prises d'air et l'on élève sensiblement la température; la température de 75 degrés centigrades atteinte, on ferme toutes les prises d'air et on porte le degré de chaleur à près de 90 degrés, que l'on maintient deux heures environ.

« Pour la fabrication du malt à bières de Bavière, le malt vert est étalé en couche très épaisse (20 centimètres environ); on sèche d'abord le grain à 35 degrés centigrades, et ensuite, en deux heures, on l'élève à la température de 80 degrés centigrades, on maintient longtemps cette température, et l'on arrive vers 90 degrés : à cette dernière température, le malt acquiert un arôme particulier qui se révèle avec une intensité d'autant plus grande que les courants d'air ont été mieux fermés et que, par conséquent, on a employé plus de chaleur rayonnante à la torréfaction. Cette opération du *surtouraillage* exige au moins huit heures après séchage du grain.

« Pour le malt à bière de Bohême, le grain est étalé en couche de 12 à 15 centimètres et séché à fort courant d'air à 35 et 36 degrés ; il est touraillé ensuite

à 50 degrés centigrades. On évite par là toute influence qui tendrait à brunir l'amande du grain. »

Entre ces deux méthodes extrêmes se placent naturellement une foule de combinaisons dans le sens de la durée de l'opération et de la température à laquelle on poussera cette dernière. C'est entre ces diverses manières que le brasseur intelligent fera son choix, suivant le goût spécial de la clientèle qu'il est appelé à fournir.

Il convient d'ailleurs de faire observer ici que si, à la vérité, la dessication à l'air libre n'exige d'autre soin qu'une aération rapide, un pelletage réitéré du grain étendu en couches minces, qui élimine les radicelles, mieux cette opération aura été conduite et plus la dessication naturelle préalable au touraillage aura été complète et plus celui-ci sera parfait et à l'abri des mauvaises chances qui peuvent en compromettre la réussite.

Nous ajouterons qu'au surplus toutes les opérations relatives à la préparation du grain, en vue de celles qu'il est appelé à subir ultérieurement, telles que la saccharification et la fermentation, offrent une égale importance au point de vue des résultats à obtenir finalement. C'est ainsi que, avec un maltage incomplet, on ne dissout, par l'eau, que la portion transformée du grain, et que, lorsque l'on touraille l'une et l'autre portion, celle soluble et celle insoluble, le malt développe aussitôt une saveur et une odeur

de chicorée brûlée qui se transmettent infailliblement aux produits qui en découlent.

Pertes et modifications de substances par le fait du touraillage.

Nous avons vu que l'orge, après le mouillage et la germination, perd environ 8 p. 100 de son poids ; l'expérience a démontré d'autre part que 100 kilogrammes d'orge crue sont réduits à 80 kilogrammes après le touraillage. C'est donc une nouvelle perte de 12 p. 100 approximativement, à mettre sur le compte de cette dernière opération. Du reste, le grain cru séché à la température du touraillage, perd aussi de 8 à 10 p. 100 de son poids, par suite de l'évaporation d'une partie de l'eau qu'il contient.

Le touraillage a également fait subir au grain des modifications de substances ; nous avons vu quelles étaient, d'après M. Stein, ces modifications pour l'orge passée de l'état cru à l'état de malt séché ; nous résumons dans le tableau ci-après, suivant les analyses de M. Oudemans, complétées par celles de M. Mulder, les différents états du grain, après les opérations successives. On constatera dans ce tableau certains écarts d'appréciation entre les résultats fournis par M. Stein pour le malt desséché à l'air et ceux qui ont été révélés par l'analyse à MM. Oudemans et Mulder ; néanmoins, nous croyons devoir reproduire ces chiffres à titre d'indication et sans y ajouter d'autre

importance, laissant aux brasseurs le soin d'en tirer telles conclusions qu'ils trouveront rationnelles :

	Orge crue.	Malt desséché à l'air.	Malt touraillé.	Malt fortement touraillé.
Dextrine. . .	4.5	6.5	5.8	9.4
Amidon. . .	53.8	47.3	51.2	43.9
Sucre. . . .	0.0	0.4	0.6	0.8
Substances cellulaires. .	7.7	11.7	9.4	10.6
Matières albumineuses. .	9.7	18.0	9.1	9.7
Mat. grasses. .	2.1	1.8	2.1	2.4
Cendres. . .	2.5	2.6	2.4	2.6
Eau.. . . .	18.1	16.1	11.1	8.2
Produits indéterminés.	1.6	2.6	8.3	12.3
Prod. de la torréfaction. .	0.0	0.0		

Enfin, nous en finirons avec ce sujet, en disant que si l'on veut conserver le malt desséché à l'air ou à la touraille, on doit l'entreposer dans des greniers parfaitement secs, dans lesquels on entretient une douce ventilation, et lui faire subir de fréquents pelletages. Nous n'avons pas besoin d'ajouter qu'on doit l'avoir, préalablement, débarrassé de ses germes qui provoqueraient l'humidité et pourraient donner naissance

à des réactions nuisibles à sa qualité et à son rendement. On obtient ce résultat au moyen d'un appareil qui ressemble à un tarare ou à un blutoir à nettoyer le blé, ou à l'aide d'un simple crible en fils métalliques.

Les tourailles.

On a imaginé un très grand nombre d'appareils pour la dessiccation du malt ; c'est ainsi qu'il existe des tourailles à feu direct, à air chaud, à la vapeur, au gaz ; des tourailles à double et multiples plateaux ou a plateau unique, dans lesquelles l'air chaud se trouve produit soit par un simple foyer, soit à l'aide d'un calorifère, et agit ou par un courant ascendant ou par un courant renversé.

Nous n'avons certainement pas l'intention de décrire chacun de ces genres d'appareils ; il nous suffira, croyons-nous, de donner un simple aperçu des principes qui ont concouru à la conception de ces installations.

Les tourailles sont constituées par des constructions rectangulaires en maçonnerie, mesurant de 7 à 10 mètres sur chaque côté, et 12 à 15 mètres de hauteur. Au bas est aménagé le foyer destiné à fournir la chaleur et, au-dessus, une cheminée d'appel par laquelle s'échappent les gaz de combustion et les vapeurs d'eau provenant de la dessiccation des grains.

A l'intérieur sont aménagés, le plus généralement,

deux plateaux ayant entre eux une distance de 2 mètres à 2 m. 50 environ, dont le plancher est constitué tantôt par une simple plaque en tôle perforée et tantôt par une toile métallique, sur lesquelles est étalé le malt. Le plateau supérieur, quand il en existe deux, est muni de trappes d'une manœuvre facile, permettant de faire descendre le malt sur le plateau inférieur ; en outre, à la hauteur de chacun des plateaux et plus spécialement de celui du bas, une porte est percée dans le mur de la touraille, de manière à pouvoir y entrer facilement, en vue des opérations de pelletage et de déchargement du malt lorsque celui-ci est suffisamment desséché. Enfin, entre le foyer et le plateau inférieur, existe un étage intermédiaire comprenant la chambre de distribution dans laquelle s'établit le mélange de l'air chaud et de l'air froid, qui constitue l'une des conditions essentielles du bon touraillage des grains.

Le fourneau placé au bas et au centre de la touraille, se charge par l'extérieur ; il est entouré d'une chemise en briques réfractaires s'élevant jusqu'à la chambre chaude qu'elle dépasse un peu : la fumée et les gaz provenant de la combustion sont conduits par un tuyau métallique, partant du sommet du fourneau et se dirigeant vers le plafond de la touraille, percé d'une ouverture formant cheminée. Cette cheminée sert aussi bien au tirage de la touraille et au dégagement des vapeurs du malt, qu'au départ de la fumée. Seu-

lement, pour cette dernière, le tuyau métallique est placé au centre et ne débouche qu'un peu plus haut sur le toit.

A côté du foyer et par plusieurs ouvertures pénètrent deux courants d'air froid, l'un circulant dans le calorifère et s'échappant dans la chambre de distribution, après avoir été échauffé, le second arrivant dans cette même chambre, mais froid et produisant un tirage énergique en poussant l'air chaud à travers les plateaux.

Les ouvertures par lesquelles entre l'air froid, et celles qui servent dans la chambre de distribution à la sortie de cet air dont une partie est chaude et l'autre froide, sont munies de soupapes afin d'en régler le débit.

On voit de suite, maintenant, dans quelles conditions le touraillage doit être conduit. Dès que l'appareil est à la température convenable, on répand sur le plateau supérieur l'orge qui sort du germoir, et quand on juge que la dessiccation en est suffisante, on la fait glisser, par les trappes dont nous avons parlé plus haut, sur le plateau inférieur, exposé à une température plus élevée, étant plus rapproché du foyer, et où s'achève le travail de transformation du malt, jusqu'au point voulu par le brasseur. Aussitôt le plateau supérieur évacué, on le charge de nouveau malt que l'on fait redescendre sur le plateau inférieur lorsque celui-ci est libre à son tour, et ainsi de suite.

C'est à l'opérateur qu'il appartient de combiner ces mouvements, de telle sorte qu'ils puissent être à peu près simultanés.

On voit que, dans le procédé de touraillage que nous venons de résumer, le rôle que l'on demande à chaque plateau d'accomplir, est essentiellement distinct. Afin d'obtenir une prompte dessiccation du malt et l'élimination de l'excès de vapeur d'eau qu'il contient, il faut au plateau supérieur peu de chaleur mais beaucoup d'aération, tandis que pour arriver à une sorte de torréfaction du grain, que l'on recherche dans cette opération, le plateau inférieur exige une température bien plus élevée et peu d'air. Or, les tourailles à deux plateaux, quoique fort commodes, ne réalisent quelquefois pas complètement ces *desiderata*. Aussi plusieurs brasseurs préfèrent-ils faire usage de deux tourailles, aménagées de telle sorte que l'une et l'autre puissent remplir séparément les deux fonctions que l'on demande aux tourailles à double plateau.

Parmi les systèmes réalisés dans ce dernier ordre d'idées, nous citerons tout particulièrement celui des tourailles juxtaposées, dû à M. Puvrez-Bourgeois, de Lille.

Voici comment l'inventeur présente lui-même son système :

« Il faut se rappeler que la dessiccation du grain comporte deux périodes distinctes : la première est le

séchage à peu près complet du grain à 37 degrés centigrades environ ; la deuxième, le *touraillage* proprement dit de ce grain, aux températures de 40, 60, 80, 100 degrés et plus, suivant les types de malt que l'on veut produire.

« Or, si au lieu d'installer, par exemple, une touraille de 50 mètres carrés, suffisante aux besoins de ses germoirs, on installe deux tourailles de 25 mètres carrés chacune, présentant également 50 mètres carrés de plateaux, et si l'on interpose entre elles une simple cheminée d'évacuation sans foyer, voici ce qui se passera :

« En chargeant alternativement, à 12 heures d'intervalle, chacun des plateaux (si par exemple, l'opération se fait en 24 heures), la touraille A recevra le grain frais sortant du germoir, alors que le grain de la touraille B aura déjà subi la première période du séchage, puisque celui-ci sera venu 12 heures avant sur la touraille B. Dans ce cas, comme la touraille B sera soumise, à ce moment, aux températures élevées du touraillage proprement dit, non seulement ces hautes températures rendront inutile l'installation d'un foyer au bas de la cheminée d'évacuation, mais suffiront même pour déterminer et activer un bon tirage dans la touraille A. L'air débouchant du plateau de la touraille A et du plateau de la touraille B, venant se mélanger dans la cheminée d'évacuation, l'excès de température de l'air de la touraille B,

où s'accomplit la seconde période de l'opération, viendra compenser l'insuffisance de température de l'air s'échappant de la touraille A. Alternativement, on le voit, chaque touraille arrivée à sa seconde période (température *élevée*), servira, eu égard à cette

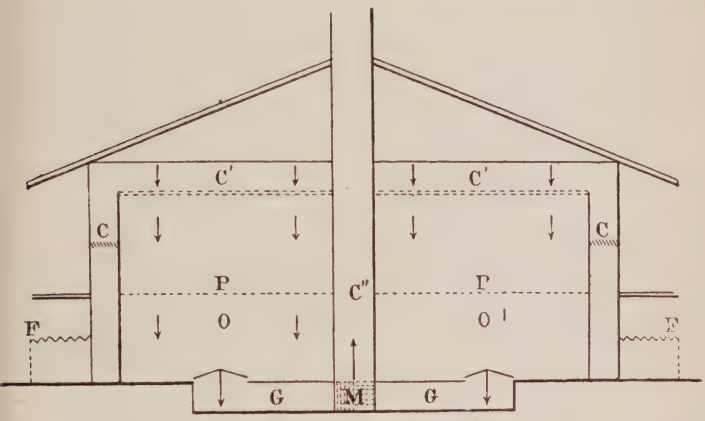


Fig. 3. — PP, plateaux; FF, fourneaux de la touraille placés chacun sous un appentis; CC, conduites d'air chaud débouchant dans la caisse de distribution C'C' dont le fond est percé d'ouvertures graduées. L'air, après avoir traversé le grain, débouche dans chacun des compartiments O, d'où il se rend par des gargouilles G G, dans la cheminée C'', après avoir passé par le mélangeur de température M, formé de minces lames verticales espacées de 8 à 10 millimètres environ, et de 8 à 10 centimètres de hauteur.

température, à assurer le bon tirage de la touraille juxtaposée, où s'accomplit le séchage du grain à *basse* température.

« Au lieu de charger, par exemple, 20 quintaux de grain toutes les 24 heures sur une seule touraille

de 50 mètres carrés, si l'on effectue l'opération en 24 heures, on chargera, à tour de rôle, 10 quintaux de grains toutes les 12 heures, sur l'une ou l'autre des tourailles juxtaposées. Le grain n'en restera pas moins exposé ainsi 24 heures sur la touraille. Toutes les 12 heures aura donc lieu un chargement et un déchargement de 10 quintaux de grain.

Ce procédé de touraillage présente des économies de combustible tellement évidentes, puisque successivement une touraille détermine le tirage de la touraille voisine, sans brûler pour cela un kilogramme de charbon au bas de la cheminée d'appel, que nous croyons inutile de le mettre davantage en relief.

Voici d'ailleurs la coupe d'une touraille aménagée d'après le système en question (fig. 3). La hauteur de la touraille proprement dite est de 4 mètres environ, et celle de la cheminée de 15 mètres.

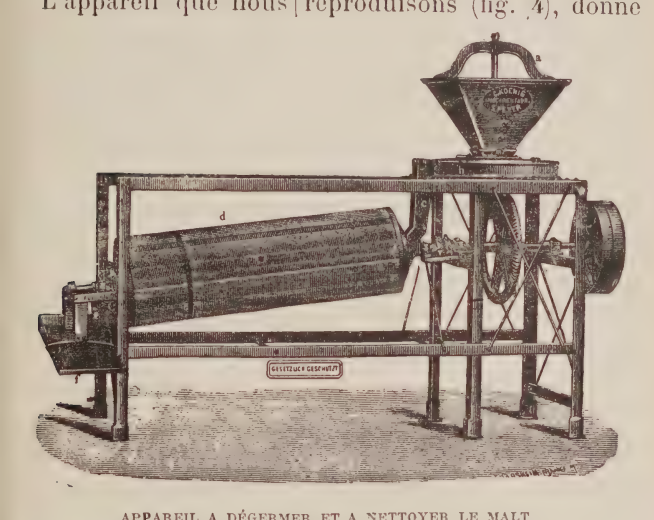
Nettoyage et conservation du malt touraillé.

Au sortir de la touraille et quand le malt est encore chaud, on doit lui faire subir l'opération du nettoyage, c'est-à-dire le débarrasser des radicelles qui y sont adhérentes, et des poussières entraînées par la combustion du coke ou du charbon maigre dans les tourailles à feu direct.

Il existe maintenant des appareils remplissant dans d'excellentes conditions de travail et de rendement le *desideratum* du brasseur, et, depuis quelques années

même, on termine ce nettoyage en faisant passer le malt dans une machine à polir, munie intérieurement de brosses tournant avec une grande rapidité et entre lesquelles le malt vient abandonner toutes les poussières adhérentes que le ventilateur du dégermeur n'a pu éliminer.

L'appareil que nous reproduisons (fig. 4), donne



APPAREIL A DÉGERMER ET A NETTOYER LE MALT

Fig. 4. — On verse dans la trémie A, pourvue d'un agitateur, le malt, qui pénètre dans le tambour B auquel le fonctionnement de la machine imprime un énergique mouvement de rotation par suite duquel le dégermage s'effectue complètement, en raison de la force centrifuge.

De là, le malt passe, par le canal C, dans le cylindre-tamis D, où il se débarrasse de ses radicelles, puis il sort par l'issue E sur le plan F où on le recueille totalement épuré.

une idée assez exacte de ces sortes d'instruments dont on peut, d'ailleurs, varier à l'infini les combinaisons.

Le brasseur trouverait, dans l'emploi des polisseurs de malt, une grande sécurité pour la fabrication d'été, car il éliminerait ainsi une quantité considérable de poussières et de mauvais ferments qui viennent contaminer le moût et apporter, par la suite, des éléments si malfaisants pour la conservation de la bière.

Le malt, au sortir de la touraille, doit toujours être dégermé immédiatement, la radicelle se détache mieux et toutes les poussières de la surface s'enlèvent beaucoup plus facilement que lorsque le grain a repris sur grenier un peu d'humidité. On ne doit mettre dans les silos que du malt privé de ses germes ; quelques brasseurs font encore le contraire, et cela au détriment de la qualité et du goût, car la radicelle est éminemment hygrométrique, elle s'échauffe et communique au grain un goût particulièrement désagréable.

Quand le malt est bien nettoyé, il doit être immédiatement conservé, autant que possible à l'abri de l'humidité ; le malt séché a, en effet, la propriété d'absorber très facilement l'humidité, et, comme la transformation qu'a subie l'amande du grain, par le maltage, l'a rendu très facilement accessible à l'invasion de l'acide lactique, sous l'influence de l'humidité, il faut, sous peine de détérioration, le soustraire à cette humidité autrement préjudiciable pour le malt que pour le grain cru.

D'un autre côté, la dose d'humidité que reprend le

malt étalé sur le plancher d'un grenier ordinaire, indépendamment de son influence néfaste, augmente inutilement son poids, et ce, dans des proportions qui peuvent être considérables. En effet plusieurs expériences successives ont fait constater qu'un séjour de quatre à cinq mois du malt sur le grenier pouvait lui faire reprendre 8 p. 100 d'humidité en plus, c'est-à-dire qu'un malt qui ne contenait au sortir de la touraille que 2 p. 100 d'eau, en renfermait 10 p. 100 après un séjour de quatre ou cinq mois sur le plancher d'un grenier ordinaire.

On comprend facilement par les considérations qui précèdent, tout l'intérêt que le brasseur a de n'utiliser que du malt fraîchement touraillé ou au moins conservé à l'abri de l'air dans des caisses bien closes dont les dimensions et la forme peuvent naturellement varier, selon les locaux dans lesquels elles sont installées, et qui sont, ordinairement, en bois doublé de zinc à l'intérieur.

Elles peuvent également être construites en tôle, comme l'a proposé M. Galland. Inutile d'ajouter que ces caisses ou silos doivent être disposés de manière à en retirer facilement le malt au moyen d'une trappe à coulisse; le fond doit donc avoir la forme d'un cône ou d'une pyramide renversée. L'emmagasinage du malt dans ces récipients, outre qu'il le soustrait à l'humidité de l'air, a aussi pour résultat de lui conserver en plus grande proportion l'arôme particulier

que lui a communiqué la dessiccation et que l'on a appelé *l'arôme de la touraille.*

Le bon malt doit être apprécié à deux points de vue absolument distincts, celui du rendement en extrait, celui de la qualité du moût qu'il fournit au brassage.

Au point de vue du rendement, le bon malt doit donc nécessairement être très friable, parfaitement sec, germé à fond, avec plumule développée au moins aux trois quarts de la longueur du grain, et soigneusement nettoyé.

Qualités d'un bon malt.

Un bon malt doit avoir une odeur aromatique agréable; et plus son odeur se rapproche de celle de l'orge, plus il faut considérer que le malt est défectueux; en effet, le malt ne doit pas avoir le goût du grain cru, mais il faut qu'il soit doux, qu'il glisse facilement entre les doigts comme l'orge sèche, qu'il soit brillant, de forme bombée, assez léger pour nager au-dessus de l'eau, friable sous les dents et bien blanc à l'intérieur. Le poids à l'hectolitre est susceptible de grandes variations; il peut être de 46 à 62 kilogrammes. La coloration des germes permet de s'assurer si on a touraillé trop fort ou pas assez. Les germes de teintes différentes indiquent que le malt est irrégulier ou touraillé trop irrégulièrement ou qu'il contient des sortes diverses.

Le malt destiné au commerce se travaille de façon

à obtenir un fort poids à l'hectolitre, le développement des radicelles et de la plumule y sont faibles et le titre en eau y dépasse souvent 7 p. 100. Il est, en effet, loin d'être indifférent pour une malterie travaillant annuellement 200,000 quintaux d'orge, d'en retirer 75 ou 78 p. 100, c'est-à-dire de produire 150,000 quintaux de malt au lieu de 156,000. Il résulte de là qu'il est bien difficile de classer et de taxer un malt en ne le jugeant que sur l'apparence. Le mieux évidemment est de faire un brassin d'essai avant de s'engager. L'analyse chimique fournit bien des indications précises sur le degré d'humidité du malt, sur le rendement en extrait, sa composition, et les proportions entre le sucre et le non-sucre; mais il n'y a encore que la fermentation et la clarification qui puissent démontrer que le malt est bon et capable de produire une bière de durée et de goût irréprochable.

Les caractères d'un bon malt. — Dans un malt, il convient d'envisager :

1° *La propreté,* car le malt ne doit renfermer aucun corps étranger, aucune poussière, aucunes moisissures ni radicelles, qui communiqueraient infailliblement à la bière une saveur désagréable. Aussi la dégermination et l'épuration du malt sont-elles des opérations qui influent considérablement sur la qualité de la bière. Les moûts d'un malt bien dégermé, nettoyé et exempt de poussière, sont plus clairs et

plus brillants, et les bières faites sont de meilleur goût que celles provenant d'un malt chargé d'une partie de germes et de poussières. Les appareils à dégermer et à nettoyer le malt sont aussi indispensables, même à la plus petite brasserie, que les appareils à nettoyer et à trier l'orge;

2° *La couleur*, qui doit être aussi blanche que possible. Cependant, lorsque le malt a été touraillé à une température élevée, les grains sont généralement plus foncés, mais ne doivent jamais aller jusqu'au jaune ou au brun, même pour les bières colorées, un malt contenant beaucoup de grains brûlés se dissolvant mal, donnant un moût peu riche en sucre et coulant trouble;

3° *La friabilité :* le grain doit se casser facilement sous la dent; le corps farineux doit être tendre et fondant, et ne doit pas être vitré;

4° *L'odeur,* qui doit être franche, aromatique, et ne doit sentir ni la moisissure ni la fumée. Pour bien connaître l'arôme du malt, il suffit de concasser quelques grains et de sentir, de suite après, l'arôme qui s'en dégage;

5° *Le goût,* qui doit être doux et non acide;

6° *La longueur de la plumule,* qui doit atteindre environ les trois quarts de la longueur du grain;

7° *La siccité,* qui, dans un malt convenablement séché, se reconnaît à la facilité avec laquelle les radicelles se brisent et se détachent du grain;

8° Enfin *la composition chimique,* que l'on ne peut déterminer qu'au moyen d'une série d'analyses trop compliquées pour la plupart de nos brasseries. Aussi nous bornerons-nous à indiquer la méthode employée pour établir la densité d'un moût résultant d'un malt déterminé, ce qui doit, d'une manière toute spéciale, intéresser le brasseur.

CHAPITRE V

Essais des malts : recherche de l'extrait. — Recherche de la densité du moût avec le picnomètre. — Table de Schulze. — Le malt du commerce. — Brassin d'essai. — Détermination de la durée de la saccharification.

Nous savons, d'une manière générale, que le malt réduit en farine, et sous l'influence du principe diastasique qu'il contient, est appelé, par suite des opérations ultérieures auxquelles il est soumis, à voir son amidon tranformé en sucre et en dextrine notamment, substances qui fourniront à la bière, la première son alcool par le fait de la fermentation et la seconde son moelleux.

Ces substances sont abandonnées à l'eau, par dissolution, pendant l'opération du brassage, dont nous allons nous occuper plus loin, et cette eau qui les a accaparées devient naturellement plus lourde, c'est-à-dire augmente de densité, en proportion des nouveaux produits dont elle s'est enrichie.

C'est par la détermination de ce changement de

densité que l'on arrive à établir la plus ou moins grande richesse, en principes utiles, c'est-à-dire en extrait, que contient un malt déterminé.

On voit, dès lors, quel puissant intérêt a le brasseur qui s'adresse à la malterie pour la fourniture de son malt, à se livrer à des essais comparatifs sur les marchandises de cette sorte qui lui sont offertes, afin de n'opter que pour les meilleures, autrement dit pour celles qui, pour un même poids, donneront la plus forte proportion d'extrait.

Voici par quels procédés on arrive à cette détermination :

Recherche de l'extrait dans le malt.

On pèse 50 grammes de malt. On concasse les grains et on en porte la farine dans un vase à expérience ou dans un goblet en cuivre taré, cubant un demi-litre. Là on repèse, très exactement, 50 grammes de cette farine. On y ajoute ensuite 200 centimètres cubes d'eau distillée, portée à une température de 45 degrés centigrades. On chauffe au bain-marie et on laisse le brassin juste une demi-heure à cette température, en remuant constamment avec un thermomètre qui indique le degré de chaleur du brassin. Puis on élève lentement la température du bain-marie jusqu'à ce que le brassin ait atteint 70 degrés centigrades. On fait en sorte, pour l'exactitude de l'analyse, de ne monter que d'un degré par minute. On continue à

brasser à 70 degrés jusqu'à complète saccharification. On reconnaît que celle-ci est terminée, au moyen de l'iode (voir page 148). On refroidit alors rapidement le brassin dans un bain d'eau froide, jusqu'à 15 degrés centigrades, on essuie soigneusement le récipient avec un linge bien sec, et, sur la balance, on porte, en ajoutant de l'eau, le poids du brassin à 400 grammes. Après avoir bien remué, on filtre avec un filtre non mouillé, et on recherche la densité du moût filtré en se servant du picnomètre, ainsi que nous l'expliquons ci-après.

Pendant que l'on opère, il faut noter :

1° L'odeur du brassin pendant le brassage et à la température de 70 degrés centigrades. On s'apercevra ainsi facilement si le malt est moisi ou s'il possède une autre odeur;

2° Le temps qui s'écoule depuis que l'on est arrivé à la température de 70 degrés, jusqu'à la saccharification complète;

3° Si, pendant le refroidissement, le son se dépose bien;

4° Si le moût qui recouvre le son devient clair.

Après la filtration, on note encore la couleur du moût, son odeur, son goût et sa limpidité.

Recherche de la densité du moût avec le picnomètre.

Pour rechercher la densité du moût avec le pic-

nomètre, on emploie une petite bouteille de la contenance de 50 centimètres cubes (fig. 5), d'environ 9 centimètres de haut, 2 cent. 1/2 de large, et dont le col, très long et étroit, a 8 centimètres de longueur sur 4 millimètres de diamètre.

Fig. 5.

Fig. 6.

Avant de se servir de cette bouteille, il faut la tarer et la jauger exactement à 15 degrés centigrades.

Pour cela, on lave soigneusement le picnomètre avec de l'eau distillée bien pure, puis avec de l'alcool, ensuite avec de l'éther, et on sèche la bouteille dans une étuve. Pour remplir la bouteille on se sert d'un petit entonnoir muni d'un long tube capillaire (fig. 6) pouvant s'engager facilement dans le col de la bouteille et pouvant pénétrer jusqu'au fond de celle-ci, de sorte que, tandis que le liquide pénètre dans l'intérieur de la bouteille par l'entonnoir, l'air chassé peut facilement sortir par le col étroit du flacon. Inversement, l'entonnoir se trouvant engagé dans le col du flacon, pour vider celui-ci on n'aura qu'à le renverser; l'air pénétrant par l'entonnoir, le liquide sortira par le col.

Pendant que l'on sèche la bouteille, il est de toute

nécessité, pour chasser complètement les vapeurs qui s'y trouvent et qui se condenseraient encore après le refroidissement, de les aspirer par la bouche à plusieurs reprises, au moyen de cet entonnoir. Le picnomètre, une fois bien séché et refroidi, est pesé très exactement, puis rempli d'eau distillée bien pure, ayant préalablement bouilli, et refroidie. On l'essuie ensuite soigneusement avec un linge sec, on le place sur l'un des plateaux de la balance, et, dans l'autre plateau on porte la tare du picnomètre plus 50 grammes qui est le poids exact de 50 centimètres cubes d'eau. On fait ensuite équilibre en enlevant de l'eau s'il y en a trop, avec une petite pipette, et, pour les dernières traces, avec du papier buvard. On ajoute au contraire de l'eau s'il en manque pour équilibrer le poids.

Lorsque l'équilibre est parfaitement établi, on porte la bouteille dans un bain d'eau tempéré à 15 degrés centigrades. Au bout d'une demi-heure, on marque le point où s'est arrêtée l'eau dans le col du flacon, et on trace correctement à ce point, au moyen d'un diamant, un trait circulaire.

Le picnomètre, ainsi taré et jaugé, est lavé intérieurement avec un peu du moût dont on veut rechercher la densité. On le remplit ensuite de ce liquide et on le porte dans le bain à 15 degrés centigrades.

Une demi-heure après, on porte, en s'aidant d'une

pipette et du papier buvard, la colonne du moût dans le col exactement à la hauteur de la marque tracée comme il est dit plus haut. On essuie convenablement la bouteille et on pèse. Du poids trouvé, on retranche la tare du picnomètre, et si on divise la différence par 50 on aura la densité du moût, exemple :

Poids du picnomètre.	22.246
Poids du picnomètre et du moût. .	74.005
Poids du moût : 74.005 — 22.246 =	51.759

51.759 : 50 = 1.0350.

Connaissant la densité du moût, il est facile de trouver l'extrait pouvant être fourni par 100 grammes du malt sec essayé. Pour cela, il importe de tenir compte de ce fait que l'essai a été pratiqué non sur 100 grammes de malt sec, mais sur 50 grammes de malt contenant, naturellement, environ 11.69 p. 100 d'eau.

On recherche sur la table de Schultze, que nous reproduisons ci-après, la quantité d'extrait contenue dans 100 grammes d'un moût ayant pour densité 1.0350. Nous trouvons 8.94.

Or le moût dont nous avons ainsi déterminé la densité a été constitué, ainsi que nous l'avons vu plus haut, au moyen de 50 grammes de malt contenant 11.69 p. 100 d'eau, et des 350 grammes d'eau distillée avec lesquels nous avons complété à 400 gram-

mes le poids de notre brassin d'essai. Par conséquent la quantité d'extrait fournie par nos 50 grammes de malt, dont il faut déduire les 11.69 p. 100 d'eau qu'il contient, ce qui abaisse ce poids de 44 gr. 15, sera de :

$$\frac{350 \times \frac{11.69}{2}}{100} \times 8.94 = 30.61$$

Si maintenant nous voulons connaître la quotité d'extrait que fourniraient 100 grammes de ce même malt, nous n'aurons qu'à résoudre la proportion suivante :

$$30.61 : 44.15 :: x : 108$$
$$x = 67$$

Le malt essayé contient 67 p. 100 d'extrait.

Nous verrons plus loin, lorsque nous nous occuperons de la quantité d'eau à mettre en œuvre pour la préparation du moût, quelle importance s'attache à cette détermination sans laquelle le brasseur ne pourrait opérer pour ainsi dire qu'au hasard.

TABLE DE SCHULTZE

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0000	0.00	0.00	1.0035	0.92	0.92	1.0070	1.82	1.83
1.0001	0.03	0.03	1.0036	0.94	0.94	1.0071	1.84	1.85
1.0002	0.05	0.05	1.0037	0.97	0.97	1.0072	1.87	1.88
1.0003	0.08	0.08	1.0038	1.00	1.00	1.0073	1.90	1.91
1.0004	0.10	0.10	1.0039	1.02	1.02	1.0074	1.92	1.93
1.0005	0.13	0.13	1.0040	1.05	1.05	1.0075	1.95	1.96
1.0006	0.16	0.16	1.0041	1.08	1.08	1.0076	1.97	1.98
1.0007	0.18	0.18	1.0042	1.10	1.10	1.0077	2.00	2.02
1.0008	0.21	0.21	1.0043	1.13	1.13	1.0078	2.02	2.04
1.0009	0.24	0.24	1.0044	1.15	1.16	1.0079	2.05	2.07
1.0010	0.26	0.26	1.0045	1.18	1.19	1.0080	2.07	2.09
1.0011	0.29	0.29	1.0046	1.21	1.22	1.0081	2.10	2.12
1.0012	0.31	0.31	1.0047	1.23	1.24	1.0082	2.12	2.14
1.0013	0.34	0.34	1.0048	1.26	1.27	1.0083	2.15	2.17
1.0014	0.37	0.37	1.0049	1.29	1.30	1.0084	2.17	2.19
1.0015	0.39	0.39	1.0050	1.31	1.32	1.0085	2.20	2.22
1.0016	0.42	0.42	1.0051	1.34	1.35	1.0086	2.23	2.25
1.0017	0.45	0.45	1.0052	1.36	1.37	1.0087	2.25	2.27
1.0018	0.47	0.47	1.0053	1.39	1.40	1.0088	2.28	2.30
1.0019	0.50	0.50	1.0054	1.41	1.42	1.0089	2.30	2.32
1.0020	0.54	0.52	1.0055	1.44	1.45	1.0090	2.33	2.35
1.0021	0.55	0.55	1.0056	1.46	1.47	1.0091	2.35	2.37
1.0022	0.58	0.58	1.0057	1.49	1.50	1.0092	2.38	2.40
1.0023	0.60	0.60	1.0058	1.51	1.52	1.0093	2.41	2.43
1.0024	0.63	0.63	1.0059	1.54	1.55	1.0094	2.43	2.45
1.0025	0.66	0.66	1.0060	1.56	1.57	1.0095	2.46	2.48
1.0026	0.68	0.68	1.0061	1.59	1.60	1.0096	2.48	2.50
1.0027	0.71	0.71	1.0062	1.62	1.63	1.0097	2.51	2.53
1.0028	0.73	0.73	1.0063	1.64	1.65	1.0098	2.53	2.55
1.0029	0.76	0.76	1.0064	1.67	1.68	1.0099	2.56	2.59
1.0030	0.79	0.79	1.0065	1.69	1.70	1.0100	2.58	2.61
1.0031	0.81	0.81	1.0066	1.72	1.73	1.1001	2.62	2.64
1.0032	0.84	0.84	1.0067	1.74	1.75	1.1002	2.64	2.67
1.0033	0.87	0.87	1.0068	1.77	1.78	1.1003	2.66	2.69
1.0034	0.89	0.89	1.0069	1.79	1.80	1.1004	2.69	2.72

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	100 cent cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	100 cent. cubes
1.0105	2.71	2.74	1.0140	3.61	3.66	1.0175	4.53	4.61
1.0106	2.74	2.77	1.0141	3.64	3.69	1.0176	4.55	4.63
1.0107	2.76	2.79	1.0142	3.66	3.71	1.0177	4.58	4.66
1.0108	2.79	2.82	1.0143	3.69	3.74	1.0178	4.61	4.69
1.0109	2.82	2.85	1.0144	3.72	3.77	1.0179	4.63	4.71
1.0110	2.84	2.87	1.0145	3.74	3.79	1.0180	4.66	4.74
1·0111	2.87	2.90	1.0146	3.77	3.83	1.0181	4.69	4.77
1.0112	2.89	2.92	1.0147	3.79	3.85	1.0182	4.71	4.80
1.0113	2.92	2.95	1.0148	3.82	3.88	1.0183	4.74	4.83
1.0114	2.94	2.97	1.0149	3.85	3.91	1.0184	4.77	4.86
1.0115	2.97	3.00	1.0150	3.87	3.93	1.0185	4.79	4.88
1.0116	2.99	3.02	1.0151	3.90	3.96	1.0186	4.82	4.91
1.0117	3.02	3.06	1.0152	3.92	4.98	1.0187	4.85	4.94
1.0118	3.05	3.09	1.0153	3.95	4.01	1.0188	4.88	4.97
1.0119	3.07	3.11	1.0154	3.97	4.03	1.0189	4.90	4.99
1.0120	3.10	3.14	1.0155	4.00	4.06	1.0190	4.93	5.02
1.0121	3.12	3.16	1.0156	4.03	4.09	1.0191	4.96	5.05
1.0122	3.15	3.19	1.0157	4.05	4.11	1.0192	4.98	5.08
1.0123	3.17	3.21	1.0158	4.08	4.14	1.0193	5.01	5.11
1.0124	3.20	3.24	1.0159	4.10	4.17	1.0194	5.04	5.14
1.0125	3.23	3.27	1.0160	4.13	4.20	1.0195	5.06	5.16
1.0126	3.25	3.29	1.0161	4.16	4.23	1.0196	5.09	5.19
1.0127	3.28	3 32	1.0162	4.18	4.25	1.0197	5.12	5.22
1.0128	3.30	3.34	1.0163	4.21	4.28	1.0198	5.15	5.25
1.0129	3.33	3.37	1.0164	4.23	4.30	1.0199	5.17	5.27
1.0130	3.35	3.39	1.0165	4.26	4.33	1.0200	5.20	5.30
1.0131	3.38	3.42	1.0166	4.28	4.35	1.0201	5.23	5.34
1.0132	3.41	3.46	1.0167	4.31	4.38	1.0202	5.25	5.36
1.0133	3.43	3.48	1.0169	4.34	4.41	1.0203	5.28	5.39
1 0134	3.46	3.51	1.0169	4.36	4.43	1.0204	5.30	5.41
1.0135	3.48	3.53	1.0170	4.39	4.46	1.0205	5.33	5.44
1.0136	3.51	3.56	1.0171	4.42	4.50	1.0206	5.35	5.46
1.0137	3.54	3.59	1.0172	4.44	4.52	1.0207	5.38	5.49
1.0138	3.56	3.61	1.0173	4.47	4.55	1.0208	5.40	5.51
1.0139	3.59	3.64	1.0174	4.50	4.58	1.0209	5.43	5.54

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0210	5.45	5.56	1.0245	6.31	6.46	1.0280	7.26	7.46
1.0211	5.48	5.60	1.0246	6.34	6.50	1.0281	7.28	7.48
1.0212	5.50	5.62	1.0247	6.36	6.52	1.0282	7.30	7.51
1.0213	5.53	5.65	1.0248	6.39	6.55	1.0283	7.33	7.54
1.0214	5.55	5.67	1.0249	6.41	6.57	1.0284	7.35	7.56
1.0215	5.57	5.69	1.0250	6.44	6.60	1.0285	7.37	7.58
1.0216	5.60	5.72	1.0251	6.47	6.63	1.0286	7.39	7.60
1.0217	5.62	5.74	1.0252	6.50	6.66	1.0287	7.42	7.63
1.0218	5.65	5.77	1.0253	6.52	6.68	1.0288	7.44	7.65
1.0219	5.67	5.79	1.0254	6.55	6.72	1.0289	7.46	7.68
1.0220	5.70	5.83	1.0255	6.58	6.75	1.0290	7.48	7.70
1.0221	5.72	5.85	1.0256	6.61	6.78	1.0291	7.51	7.73
1.0222	5.75	5.88	1.0257	6.63	6.80	1.0292	7.53	7.75
1.0223	5.77	5.90	1.0258	6.66	6.83	1.0293	7.55	7.77
1.0224	5.80	5.93	1.0259	6.69	6.86	1.0294	7.57	7.79
1.0225	5.82	5.95	1.0260	6.71	6.88	1.0295	7.60	7.82
1.0226	5.84	5.97	1.0261	6.74	6.92	1.0296	7.62	7.85
1.0227	5.87	6.00	1.0262	6.77	6.95	1.0297	7.64	7.87
1.0228	5.89	6.02	1.0263	6.80	6 98	1.0298	7.66	7.89
1.0229	5.92	6.06	1.0264	6.82	7.00	1.0299	7.69	7.92
1.0230	5.94	6.08	1.0265	6.85	7.03	1.0300	7.71	7.94
1.0231	5.97	6.11	1.0266	6.88	7.06	1.0301	7.73	7.96
1.0232	5.99	6.13	1.0267	6.91	7.09	1.0302	7.75	7.98
1.0233	6.02	6.16	1.0268	6.93	7.12	1.0302	7.77	8.01
1.0234	6.04	6.18	1.0269	6.96	7.15	1.0303	7.80	8.04
1.0235	6.07	6.21	1.0270	7.99	7.18	1.0305	7.82	8.06
1.0233	6.09	6.23	1.0271	7.01	7.20	1.0306	7.84	8.08
1.0237	6.11	6.25	1.0272	7.04	7.23	1.0307	7.86	8.10
1.0238	6.13	6.29	1.0273	7.07	7.26	1.0308	7.89	8.13
1.0239	6.16	6.31	1.0274	7.10	7.29	1.0309	7.91	8.15
1.0240	6.18	6.34	1.0275	7.12	7.32	1.0310	7.93	8.18
1.0241	6.21	6.36	1.0276	7.15	7.35	1.0311	7.95	8.20
1.0242	6.24	6.39	1.0277	7.18	7.38	1.0312	7.98	8.23
1.0243	6.26	6.41	1.0278	7.21	7.41	1.0313	8.00	8.25
1.0244	6.29	6.44	1.0279	7.23	7.43	1.0314	8.02	8.27

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0315	8.04	8.29	1.0350	8.94	9.25	1.0385	9.81	10.19
1.0316	8.07	8.33	1.0351	8.97	9.28	1.0386	9.83	10.21
1.0317	8.09	8.35	1.0352	8.99	9.31	1.0387	9.85	10.23
1.0318	8.11	8.37	1.0353	9.02	9.34	1.0388	9.88	10.26
1.0319	8.13	8.39	1.0354	9.05	9.37	1.0389	9.90	10.29
1.0320	8.16	8.42	1.0355	9.07	9.39	1.0390	9.92	10.31
1.0321	8.18	8.44	1.0356	9.10	9.42	1.0391	9.95	10.34
1.0322	8.20	8.46	1.0357	9.13	9.46	1.0392	9.97	10.36
1.0323	8.22	8.49	1.0358	9.15	9.48	1.0393	9.99	10.38
1.0324	8.25	8.52	1.0359	9.18	9.51	1.0394	10.02	10.41
1.0325	8.27	8.54	1.0360	9.21	9.54	1.0395	10.05	10.44
1.0326	8.29	8.56	1.0361	9.24	9.57	1.0396	10.07	10.46
1.0327	8.32	8.59	1.0362	9 26	9.60	1.0397	10.09	10.49
1.0328	8.34	8.61	1.0363	9.29	9.63	1.0398	10.11	10.51
1.0329	8.37	8.65	1.0364	9.31	9.65	1 0399	10.13	10.53
1.0330	8.40	8.68	1.0365	9.34	9.68	1.0400	10.16	10.57
1.0331	8.43	8.71	1.0366	9.36	9.70	1.0401	10.18	10.59
1.0332	8.45	8.73	1.0367	9.38	9.72	1.0402	10.20	10.61
1.0333	8.48	8.76	1.0368	9.41	9.77	1.0403	10.23	10.64
1.0334	8.51	8.79	1.0369	9.43	9.78	1.0404	10.25	10.66
1.0335	8.53	8.82	1.0370	9.45	9.80	1.0405	10.27	10.69
1.0336	8.56	8.85	1.0371	9.46	9.83	1.0406	10.30	10.72
1.0337	8.59	8.88	1.0372	9.50	9.85	1.0407	10.32	10.74
1.0338	8.61	8.90	1.0373	9.52	9.88	1.0408	10.35	10.77
1.0339	8.63	8.93	1.0374	9.55	9.91	1.0409	10.37	10.79
1.0340	8.67	8.96	1.0375	9.57	9.93	1.0410	10.40	10.83
1.0341	8.70	9.00	1.0376	9.59	9.95	1.0411	10.42	10.85
1.0342	8.72	9.02	1.0377	9.62	9.98	1.0412	10.45	10.88
1.0343	8.75	9.05	1.0378	9.64	10.00	1.0413	10.47	10.90
1.0344	8.78	9.06	1.0379	9.66	10.03	1.0414	10.50	10.93
1.0345	8.80	9.10	1.0380	9.69	10.06	1.0415	10.52	10.96
1.0346	8.83	9.14	1.0381	9.71	10.08	1.0416	10.55	10.99
1.0347	8.86	9.17	1.0382	9.73	10.10	1.0417	10.57	10.01
1.0348	8.88	9.19	1 0383	9.76	10.13	1.0418	10.60	10.04
1.0349	8.91	9.22	1.0384	9.78	10.16	1.0419	10.62	10.06

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0420	10.65	11.10	1.0455	11.53	12.05	1.0490	12.38	12.99
1.0421	10.67	11.12	1.0456	11.55	12.08	1.0491	12.41	13.02
1.0422	10.70	11.15	1.0457	11.57	12.10	1.0492	12.43	13.04
1.0423	10.72	11.17	1.0458	11.60	12.13	1.0493	12.45	13.06
1.0424	10.75	11.21	1.0459	11.62	12.15	1.0494	12.48	13.10
1.0425	10.77	11.23	1.0460	11.65	12.19	1.0495	12.50	13.12
1.0426	10.80	11.26	1.0461	11.67	12.21	1.0496	12.53	13.15
1.0427	10.82	41.28	1.0462	11.70	12.24	1.0497	12.55	13.17
1.0428	10.85	11.31	1.0463	11.72	12.26	1.0498	12.58	13.21
1.0429	10.88	11.35	1.0464	11.75	12.30	1.0499	12.60	13.23
1.0430	10.90	11.37	1.0465	11.77	12.32	1.0500	12.63	13.26
1.0431	10.93	11.40	1.0466	11.79	12.34	1.0501	12.65	13.28
1.0432	10.95	11.42	1.0467	11.82	12.37	1.0502	12.67	13.31
1.0433	10.98	11.46	1.0468	11.84	12.39	1.0503	12.70	13.34
1.0434	11.00	11.48	1.0469	11.87	12.43	1.0504	12.72	13.36
1.0435	11.03	11.51	1.0470	11.89	12.45	1.0505	12.75	13.39
1.0436	11.05	11.53	1.0471	11.92	12.48	1.0506	12.77	13.42
1.0437	11.08	11.56	1.0472	11.94	12.50	1.0507	12.80	13.45
1.0438	11.10	11.59	1.0473	11.97	12.54	1.0508	12.82	13.47
1.0439	11.13	11.62	1.0474	11.99	12.56	1.0509	12.85	13.50
1.0440	11.15	11.64	1.0475	12.01	12.58	1.0510	12.87	13.53
1.0441	11.18	11.67	1.0476	12.04	12.61	1.0511	12.90	13.56
1.0442	11.20	11.70	1.0477	12.06	12.64	1.0512	12.92	13.58
1.0443	11.23	11.73	1.0478	12.09	12.67	1.0513	12.94	13.60
1.0444	11.25	11.75	1.0479	12.11	12.69	1.0514	12.97	13.64
1.0445	11.28	11.78	1.0480	12.14	12.72	1.0515	12.99	13.66
1.0446	11.30	11.80	1.0481	12.16	12.74	1.0516	13.02	13.69
1.0447	11.33	11.84	1.0482	12.19	12.78	1.0517	13.04	13.71
1.0448	11.35	11.86	1.0483	12.21	12.80	1.0518	13.07	13.75
1.0449	11.38	11.89	1.0484	12.23	12.82	1.0519	13.09	13.77
1.0450	11.40	11.91	1.0485	12.26	12.85	1.0520	13.12	13.80
1.0451	11.43	11.95	1.0486	12.28	12.88	1.0521	13.14	13.82
1.0452	11.45	11.96	1.0483	12.31	12.91	1.0522	13.16	13.85
1.0453	11.48	12.00	1.0488	12.33	12.93	1.0523	13.19	13.88
1.0454	11.50	12.02	1.0489	12.36	12.96	1.0524	13.21	13.90

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0525	13.24	13.94	1.0560	14.11	14.90	1.0595	15.02	15.91
1.0526	13.26	13.96	1.0561	14.13	14.92	1.0596	15.04	15.94
1.0527	13.29	13.99	1.0562	14.16	14.96	1.0597	15.07	15.97
1.0528	13.31	14.01	1.0563	14.18	14.98	1.0598	15.09	15.99
1.0529	13.34	14.05	1.0564	14.21	15.01	1.0599	15.11	16.02
1.0530	13.36	14.07	1.0565	14.23	15.03	1.0600	15.14	16.05
1.0531	13.38	14.09	1.0566	14.26	15.07	1.0601	15.16	16.07
1.0532	13.41	14.12	1.0567	14.28	15.09	1.0602	15.18	16.09
1.0533	13.43	14.15	1.0568	14.31	15.12	1.0603	15.20	16.12
1.0534	13.46	14.18	1.0569	14.33	15.15	1.0604	14.23	16.15
1.0535	13.48	14.20	1.0570	14.36	15.18	1.0605	15.25	16.17
1.0536	13.51	14.23	1.0571	14.38	15.20	1.0606	15.27	16.20
1.0537	13.53	14.26	1.0572	14.41	15.23	1.0607	15.29	16.22
1.0538	13.56	14.29	1.0573	14.44	15.27	1.0608	15.31	16.24
1.0539	13.58	14.31	1.0574	14.46	15.29	1.0609	15.34	16.27
1.0540	13.61	14.34	1.0575	14.49	15.32	1.0610	15.36	16.30
1.0541	13.63	14.37	1.0576	14.52	15.36	1.0611	15.38	16.32
1.0542	13.66	14.40	1.0577	14.54	15.38	1.0612	15.40	16.34
1.0543	13.68	14.42	1.0578	14.57	15.41	1.0613	15.43	16.38
1.0544	13.71	14.46	1.0579	14.59	15.43	1.0614	15.45	16.40
1.0545	13.74	14.48	1.0580	14.62	15.47	1.0615	15.47	16.42
1.0546	13.46	14.51	1.0581	14.65	15.50	1.0616	15.49	16.44
1.0547	13.78	14.53	1.0582	14.67	15.52	1.0617	15.52	16.48
1.0548	13.81	14.57	1.0583	14.70	15.56	1.0618	15.54	16.50
1.0549	13.83	14.59	1.0584	14.73	15.59	1.0619	15.56	16.52
1.0550	13.86	14.62	1.0585	14.75	15.61	1.0620	15.58	16.55
1.0551	13.88	14.63	1.0586	14.78	15.65	1.0621	15.60	16.57
1.0552	13.91	14.68	1.0587	14.81	15.68	1.0622	15.63	16.60
1.0553	13.93	14.70	1.0588	14.83	15.70	1.0623	15.65	16.62
1.0554	13.96	14.73	1.0589	14.86	15.74	1.0624	15.67	16.64
1.0555	13.98	14.76	1.0590	14.89	15.77	1.0625	15.69	16.66
1.0556	14.01	14.79	1.0591	14.91	15.79	1.0626	15.72	16.70
1.0557	14.03	14.81	1.0592	14.94	15.82	1.0327	15.74	16.73
1.0558	14.06	14.84	1.0593	14 96	15.85	1.0628	15.76	16.75
1.0559	14.08	14.87	1.0594	14.99	15.88	1.0629	15.78	16.77

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0630	15.80	16.80	1.0665	16.62	17.73	1.0700	17.48	18.70
1.0631	15.83	16.83	1.0666	16.64	17.75	1.0701	17.50	18.73
1.0632	15.85	16.85	1.0667	16.67	17.78	1.0702	17.52	18.75
1.0633	15.87	16.87	1.0668	16.69	17.80	1.0703	17.54	18.77
1.0634	15.89	16.90	1.0669	16.72	17.84	1.0704	17.57	18.81
1.0635	15.92	16.93	1.0670	16.74	17.86	1.0705	17.59	18.83
1.0636	15.94	16.95	1.0671	16.76	17.88	1.0706	17.61	18.85
1.0637	15.96	16.98	1.0672	16.79	17.92	1.0707	17.63	18.88
1.0638	15.98	17.00	1.0673	16.81	17.94	1.0708	17.66	18.91
1.0639	16.01	17.03	1.0674	16.84	17.98	1.0709	17.68	18.93
1.0640	16.03	17.06	1.0675	16.86	18.00	1.0710	17.70	18.96
1.0641	16.05	17.08	1.0676	16.89	18.03	1.0711	17.72	18.98
1.0642	16.07	17.10	1.0677	16.91	18.05	1.0712	17.75	19.01
1.0643	16.09	17.12	1.0678	16.94	18.09	1.0713	17.77	19.04
1.0644	16.12	17.16	1.0679	16.96	18.11	1.0714	17.79	19.06
1.0645	16.14	17.18	1.0680	16.99	18.15	1.0715	17.81	19.08
1.0646	16.16	17.20	1.0681	17.01	18.17	1.0716	17.84	19 12
1.0347	16.18	17.23	1.0682	17.03	18.19	1.0717	17.86	19.14
1.0648	16.21	17.26	1.0683	17.06	18.23	1.0718	17.88	19.16
1.0649	16.23	17.28	1.0684	17.08	18.25	1.0719	17.90	19.19
1.0650	16.25	17.31	1.0685	17.11	18.28	1.0720	17.93	19.22
1.0651	16.27	17.33	1.0686	17.13	18.31	1.0721	17.95	19.24
1.0652	16.30	17.36	1.0687	17.16	18.34	1.0722	17.97	19.27
1.0653	16.32	17.39	1.0688	17.18	18.36	1.0723	17.99	19.29
1.0654	16.35	17.42	1.0689	17.21	18.40	1.0724	18.02	19.32
1.0655	16.37	17.44	1.0690	17.23	18.42	1.0725	18.04	19.35
1.0656	16.40	17.48	1.0691	17.25	18.44	1.0726	18.06	19.37
1.0657	16.42	17.50	1.0692	17.28	18.48	1.0727	18.08	19.39
1.0658	16.45	17.53	1.0693	17.30	18.50	1.0728	18.11	19.43
1.0659	16.47	17.56	1.0694	17.33	18.53	1.0729	18.13	19.45
1.0660	16.50	17.59	1.0695	17.35	18.56	1.0730	18.15	19.47
1.0661	16.52	17.61	1.0696	17.38	18.59	1.0731	18.17	19.50
1.0662	16.54	17.63	1.0697	17.40	18.61	1.0732	18.20	19.53
1.0663	16.57	17.67	..0698	17.43	18.65	1.0733	18.22	19.55
1.0664	16.59	17.69	1.0699	17.45	18.67	1.0734	18.24	19.58

Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes	Densité du moût à 15° c.	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 grammes	QUANTITÉ d'extrait de ce moût contenue dans 100 cent. cubes
1.0735	18.26	19.60	1.0767	18.95	20.40	1.0799	19.65	21.22
1.0736	18.29	19.64	1.0768	18.97	20.43	1.0800	19.67	21.24
1.0737	18.31	19.66	1.0769	19.00	20.46	1.0801	19.70	21.28
1.0738	18.33	19.68	1.0770	19.02	20.48	1.0802	19.72	21.30
1.0739	18.35	19.71	1.0771	19.04	20.51	1.0803	19.74	21.33
1.0740	18.38	19.74	1.0772	19.06	20.53	1.0804	19.77	21.36
1.0741	18.40	19.76	1.0773	19.08	20.55	1.0805	19.79	21.38
1.0742	18.42	19.79	1.0774	19.10	20.58	1.0806	19.81	21.41
1.0743	18.44	19.81	1.0775	19.12	20.60	1.0807	19.84	21.43
1.0744	18.47	19.84	1.0776	19.14	20.63	1.0808	19.86	21.46
1.0745	18.49	19.87	1.0777	19.17	20.66	1.0809	19.88	21.49
1.0746	18.51	19.89	1.0778	19.19	20.68	1.0810	19.91	21.52
1.0747	18.53	19.91	1.0779	19.21	20.71	1.0811	19.93	21.55
1.0748	18.55	19.94	1.0780	19.23	20.73	1.0812	19.96	21.58
1.0749	18.57	19.96	1.0781	19.25	20.75	1.0813	19.98	21.60
1.0750	18.59	19.98	1.0782	19.27	20.78	1.0814	20.00	21.63
1.0751	18.62	20.02	1.0783	19.29	20.80	1.0815	20.03	21.66
1.0752	18.64	20.04	1.0784	19.31	20.82	1.0816	20.05	21.69
1.0753	18.66	20.07	1.0785	19.33	20.85	1.0817	20.07	21.71
1.0754	18.68	20.09	1.0786	19.36	20.88	1.0818	20.10	21.74
1.0755	18.70	20.11	1.0787	19.38	20.90	1.0819	20.12	21.77
1.0756	18.72	20.14	1.0788	19.40	20.93	1.0820	20.14	21.79
1.0757	18.74	20.16	1.0789	19.42	20.95	1.0821	20.17	21.83
1.0758	18.76	20.18	1.0790	19.44	20.98	1.0822	20.19	21.85
1.0759	18.78	20.21	1.0791	19.46	21.00	1.0823	20.21	21.87
1.0760	18.81	20.24	1.0792	19.49	21.03	1.0824	20.24	21.91
1.0761	18.83	20.26	1.0793	19.51	21.06	1.0825	20.26	21.92
1.0762	18.85	20.29	1.0794	19.53	21.08	1.0826	20.28	21.96
1.0763	18.87	20.31	1.0795	19.56	21.11	1.0827	20.31	21.99
1.0764	18.89	20.33	1.0796	19.58	21.14	1.0828	20.33	22.01
1.0765	18.91	20.36	1.0797	19.60	21.16			
1.0766	18.93	20.38	1.0798	19.63	21.20			

Le malt du commerce. — Brassin d'essai.

Dans beaucoup de brasseries on n'est pas outillé en vue de la fabrication du malt, que l'on achète tout préparé à des établissements qui ont fait leur spécialité de cette production.

Mais le malt du commerce se travaille de façon à obtenir un fort poids à l'hectolitre, le développement des radicelles et de la plumule y est faible et le titre en eau dépasse souvent 7 p. 100. Il résulte de là qu'il est bien difficile de classer et de taxer un malt en ne le jugeant que sur l'apparence. Le mieux, évidemment, est de faire un brassin d'essai avant toute acquisition. L'analyse chimique fournit bien des indications précises sur le degré d'humidité du malt, sur le rendement en extrait, sa composition et les proportions entre le sucre et le non-sucre, mais il n'y a encore que la fermentation et la clarification qui puissent démontrer que le malt est capable de produire une bière de durée et de goût irréprochable.

Voici, d'après Balling, comment peut s'effectuer l'essai du malt pour constater approximativement son rendement.

On prend 100 grammes du malt à essayer, on le pile le plus finement possible dans un mortier, on introduit dans un vase quelconque, duquel on a fait

la tare, 433 grammes d'eau, on y verse le malt pilé et on opère intimement le mélange; on chauffe le tout au bain-marie et lentement, toujours en remuant, jusqu'à ce que la masse soit arrivée à la température de 72 ou 75 degrés centigrades, sans la dépasser. Après quoi on couvre le vase et on laisse au repos pendant une heure, en maintenant la température autant que possible. C'est donc une véritable trempe que l'on a effectuée. On a ainsi dissous les principes du malt, en même temps qu'on a transformé l'amidon du grain en dextrine et en glucose. Si le moût se clarifie facilement, si la drêche se dépose promptement au fond du vase, si le liquide prend une apparence foncée et noirâtre, c'est le signe que le malt a été bien germé et que le brassage s'effectuera convenablement. Quant à la richesse en extrait on la constate en prenant de ce moût clair, par décantation, une quantité nécessaire pour remplir une éprouvette, on le refroidit à la température de 15 degrés centigrades, et on introduit le saccharimètre dans l'éprouvette.

La trempe entière pesant 533 grammes et la quantité de drêche sèche fournie par 100 grammes de malt étant évaluée à 33 grammes environ, la quantité de moût sera de 500 grammes. Il n'y aura donc qu'à multiplier par 5 le degré marqué par le saccharimètre, pour obtenir en grammes la quantité d'extrait contenue dans les 100 grammes de malt essayé.

Que le saccharimètre, par exemple, accuse 12 p. 100

d'extrait dans le moût obtenu, dans les 500 grammes de moût il y aura donc 5 fois 12 ou 60 grammes d'extrait provenant des 100 grammes de malt essayé; 100 kilogrammes de ce malt fourniront donc 60 kilogrammes d'extrait.

Ce sera un malt de bonne qualité, mais, au contraire, si le saccharimètre n'accusait que 11 ou 10 1/2 p. 100 dans le moût, il n'y aurait que 55 ou 52.5 p. 100 de rendement, quantité d'extrait insuffisante. Le malt dans ces conditions serait de qualité inférieure. Cet essai approximatif du malt a encore l'avantage de faire connaître au praticien de quelle manière ce malt se comportera à la trempe.

Les essais de rendement approximatif peuvent rendre de bons services en brasserie, mais il est utile de les contrôler manufacturièrement au brassage, en se rendant bien compte du degré total obtenu par le saccharimètre.

Comme contrôle, la bonne fermentation, la clarification facile de la bière, et sa conservation, permettront au brasseur de se rendre un compte exact de la qualité du malt employé pour leur fabrication.

Détermination de la durée de la saccharification.

Il est non moins important, pour apprécier la valeur d'un malt, d'être fixé sur le temps qu'il mettra pour être complètement saccharifié.

Selon la quantité du malt et la dissolution obtenue, la saccharification ne doit pas durer plus de 18 à 60 minutes, suivant que l'on met en œuvre du malt vert ou du malt touraillé. Le malt vert se dissout en 12 ou 15 minutes, et ce temps augmente avec la température à laquelle le grain a été soumis pendant le touraillage. Un malt de bonne dissolution se saccharifie en 35-45 minutes, et la saccharification s'opère d'autant plus rapidement que la quantité de malt est plus forte.

D'après ces données, on expérimente sur le brassin d'essai dont nous venons de parler plus haut, jusqu'à ce que l'essai à l'iode donne un résultat négatif.

Un malt qui n'est pas saccharifié en une heure, ne le sera pas davantage avec plus de temps, et un malt très fortement touraillé donnera encore, après deux heures, la réaction à l'iode, accusant ainsi l'affaiblissement de la force diastasique par la température élevée. Les échantillons qui, au lieu de la couleur de l'iode, donnent une couleur violette, sont des malts qui ne doivent être mis en œuvre qu'avec grande précaution. Le tableau suivant donne les rapports entre la température et la durée de la saccharification :

Température du malt à la touraille.	Humidité.	Durée de la sacch. en minutes.	Intensité de la couleur.
—	—	—	—
26°	44.13	18	—
40°	28.77	22	—
50°	12.93	24	0.18
55°	11.62	26	0.22
60°	7.33	27	0.24
65°	6.08	28	0.28
70°	4.65	30	0.75
75°	4.07	33	0.98
82°	4.51	39	1.20

CHAPITRE VI

La saccharification. — Théorie de la saccharification. — Transformation de l'amidon par la diastase : maltose et glucose; marche du phénomène diastasique; formation de la maltose et de la dextrine; liquéfaction des matières amylacées du grain. — Préparation du moût : ustensiles employés en brasserie; cuve-matière; cuves à filtrer; cuve-réverdoir; chaudière.

La saccharification.

Après les diverses opérations que nous venons de résumer, l'agent transformateur, c'est-à-dire la diastase, est en état de remplir ses fonctions, lesquelles consistent à transformer la fécule du grain d'abord en dextrine et ensuite en glucose.

Mais ce phénomène ne peut s'accomplir qu'à la condition que le principe agissant soit mis en contact direct avec les substances sur lesquelles son action est appelée à s'exercer, ce à quoi on arrive au moyen de l'eau portée à un degré de température déterminé, ces substances ayant été, d'ailleurs, mises en un état de division préalable, permettant au liquide de mieux les pénétrer, et en même temps d'y dissoudre les

principes solubles dont la présence dans la liqueur qui est le but final, constitue quelques-unes des qualités qui y sont recherchées.

On arrive de la sorte à la production d'un moût plus ou moins sucré contenant divers éléments utiles et dans lequel on introduira ultérieurement, par la cuisson avec le houblon, les principes astringents, la saveur et l'odeur particulières que l'on recherche dans la bière.

Pour la préparation de ce moût, la brasserie emprunte une foule de combinaisons, d'abord au point de vue des matières employées et ensuite dans les procédés opératoires.

Les matières employées peuvent être, en effet, soit du malt d'orge seul, soit un malt provenant d'une autre céréale telle que froment, seigle, maïs, avoine, etc., soit un mélange de ces différents malts, soit un malt et un grain cru quelconque, etc.

Enfin l'opération de la saccharification peut être conduite de différentes façons et en vue, par exemple, de laisser subsister plus ou moins de dextrine dans le liquide ou d'obtenir que celui-ci soit plus ou moins alcoolique.

Mais avant d'aborder les détails des différents systèmes mis en œuvre, nous devons nous étendre sur les divers phénomènes qui se manifestent lorsque la diastase et l'amidon sont mis en contact l'un avec l'autre.

Transformation de l'amidon par la diastase.

Nous avons dit que la germination des grains avait pour résultat de donner naissance à un produit d'une nature particulière, nommé *diastase*, lequel possédait la propriété de transformer l'amidon en sucre.

Nous ne nous étendrons pas sur les caractères chimiques de ce produit, ce qui serait parfaitement inutile aux fins où nous voulons arriver, nous bornant à en constater purement et simplement l'action transformatrice.

Lorsque dès lors, on met en contact, comme nous le disons plus haut, une solution de diastase, ou, ce qui revient au même, une solution d'orge germée avec de l'amidon cru, ou mieux encore de l'amidon à l'état d'empois, et qu'on élève la température des liquides en présence, on voit tout d'abord la masse se liquéfier et prendre une fluidité qu'elle n'avait pas auparavant. Dans cette première transformation presque exclusivement chimique, l'analyse chimique révèle une première modification : l'amidon est devenu soluble et il s'est formé un peu de dextrine.

Si le contact se prolonge, l'amidon solubilisé disparaît peu à peu pour donner naissance à des proportions déterminées de dextrine et de maltose.

Disons de suite ici que *maltose* et *glucose* consti-

tuent des termes à peu près identiques, le chimiste seul ayant intérêt à connaître les caractères qui différencient ces deux substances. Le terme de glucose s'applique, en somme, au sucre de raisin, tandis que celui de maltose s'applique au sucre qu'on extrait du malt. Encore aujourd'hui, ces deux espèces de sucre ne se distinguent pas l'un de l'autre par des caractères chimiques bien tranchés ; quelques propriétés physiques seules peuvent servir à constater leur différence. Nous ne nous servirons donc, ultérieurement, de l'expression « maltose » que pour être plus exact, puisque, en réalité, nous nous trouvons en présence d'un sucre de malt.

Cette explication donnée, continuons à examiner la marche du phénomène diastasique dont nous venons d'expliquer les premiers effets.

Après ce premier dédoublement de l'amidon en dextrine et en maltose, si on continue à laisser les liqueurs en contact, la diastase poursuit de plus en plus son action et l'on voit alors le moût s'appauvrir de plus en plus en dextrine et s'enrichir en maltose. Il semblerait que cet appauvrissement doive toujours aller en augmentant, jusqu'à la disparition complète de la première de ces substances ; il n'en est rien, la transformation n'est jamais complète et laisse toujours subsister dans le moût une proportion plus ou moins importante de dextrine.

Dans quelles conditions, maintenant, doit-on se

placer pour obtenir la production des phénomènes que nous venons de résumer ?

La première et la plus essentielle est relative à la température à laquelle sont portés les liquides mis en présence.

Au-dessus de 70 degrés centigrades, la diastase n'agit plus, elle se coagule, et son action transformatrice diminue d'autant qu'on se rapproche davantage de cette température. Voilà le principe sur lequel on doit baser ses opérations.

Mais il est une température moyenne à laquelle le dédoublement s'opérera dans des conditions plus favorables au travail de la brasserie, c'est-à-dire qui donnera davantage de maltose, la seule substance fermentescible en somme.

Suivant M. O'Sullivan, en se plaçant dans des situations identiques, c'est-à-dire en faisant agir, pendant le même temps, une même quantité de diastase sur une même proportion d'amidon, on obtiendrait les résultats suivants :

A 63° cent . .	68 » %	de maltose.	32 » %	de dextrine.
Entre 64 et 68°	34 5 %	—	65 8 %	—
Entre 68 et 70°	17 4 %	—	82 6 %	—

Il résulte de ces chiffres et, d'ailleurs de toutes les expériences, que le degré 63 cent. doit être considéré comme étant le plus avantageux pour le brasseur soucieux d'obtenir la plus forte proportion de maltose.

Mais ici il convient de placer diverses observations qui concourront à établir que, en sortant des conditions ordinaires dans lesquelles nous nous sommes placé, on peut cependant obtenir de plus grandes quantités de maltose.

Le brasseur peut immédiatement tirer certaines conséquences pratiques de ces constatations, c'est que suivant les proportions respectives de maltose et de dextrine qu'il entend faire passer dans ses moûts, et qui, on le sait, déterminent le cachet de la bière, il élèvera à un degré plus ou moins haut la température de ses brassins, en partant de ces données que de hauts degrés de température, 70 à 75 degrés, favorisent la production de la dextrine, tandis que des degrés plus bas, 60 à 63 degrés, favorisent, au contraire, la transformation de l'empois d'amidon en maltose.

Il peut, d'ailleurs, y avoir intérêt à porter rapidement et à maintenir, pendant vingt à trente minutes, la température de la trempe à un degré beaucoup plus élevé, 72 degrés par exemple, que celle que comporterait une bonne saccharification ; ceci afin d'éviter une liquéfaction plus complète des matières amylacées du moût et une extraction plus étendue des matières utiles contenues dans ces dernières.

Dans ce cas, on aurait naturellement favorisé la formation de la dextrine, au détriment de celle du sucre ; mais il suffirait alors d'introduire dans la trempe une faible quantité d'extrait de malt non

chauffé, pour que la diastase agisse immédiatement et reprenne son pouvoir saccharifiant, en faisant obtenir une proportion de maltose au moins égale, sinon supérieure, à celle que l'on aurait eue en travaillant au degré le plus favorable à cette formation.

C'est ce but que l'on vise du reste et que l'on atteint dans le procédé de brassage par décoction, où, comme nous le verrons plus loin, on soumet successivement certaines portions du moût à des températures élevées par la cuisson en chaudière, de façon à liquéfier, à solubiliser, à réduire en empois l'amidon du grain auquel on fait rendre ainsi le maximum d'extraits utiles à la qualité de la bière.

Plus tard, lorsque ces moûts cuits sont réunis dans la cuve-matière, à ceux qui n'ont pas subi la cuisson et dans lesquels les principes diastasiques n'ont pas été altérés, ces principes suffisent pour la pleine conversion en maltose de tout l'amidon du grain.

Sur l'utilité de la liquéfaction des matières amylacées du grain, voici les observations présentées par M. Puvrez-Bourgeois dans son *Traité pratique de la Fabrication des Bières,* qui fait autorité en la matière :

« Sous l'action de la diastase du *malt*, l'amidon, celui de l'orge et des autres céréales comme l'amidon proprement dit ou la fécule, ne peuvent être convertis, manufacturièrement, en maltose et en dextrine, qu'après leur conversion préalable en empois. En effet, tant que les parois cellulaires de l'amidon sont intactes,

la diastase ne peut y pénétrer, mais si la température s'élève à 65, 66 degrés centigrades, ces parois se crevassent et permettent ainsi à la diastase, qui n'est pas *diffusible,* d'arriver en contact avec l'intérieur des globules. Tandis que les peptones et les amides du moût peuvent pénétrer, par diffusion, à travers les membranes des cellules de levûre restées intactes et les alimenter, par cette voie, de sucs nourriciers, la diastase non diffusible ne peut pénétrer à l'intérieur des cellules ou globules d'amidon, qu'à la suite d'un déchirement de l'enveloppe, d'une certaine rupture de ces derniers. Tel est le fait capital dont il importe au brasseur de bien se rendre compte. En pratique, si, par exemple, dans le brassage du malt par infusion, la formation d'empois ne se manifeste pas d'une façon apparente en cuve-matière, c'est que, concurremment avec la rupture des globules d'amidon sous l'élévation de la température, la diastase dissoute dans le moût liquifie immédiatement l'amidon déjà désagrégé du malt ou les amidons étrangers qui lui sont ajoutés. Cette liquéfaction convertit l'amidon en dextrines de diverses sortes, se rapprochant plus ou moins de l'amidon, et se trouve aussi accompagnée d'une certaine proportion de maltose.

« Voici les températures variables que réclament les amidons de divers grains pour être convertis en empois, pour être, comme on le dit, gélatinisés (1 partie d'amidon, 8 parties d'eau) :

L'amidon de l'orge est converti en empois à	62°22 cent.
L'amidon du maïs à	62°25 —
— du seigle à	55°00 —
— du riz à	62°22 —
— du froment à . . .	71°00 —
La fécule de pomme de terre à .	62°22 —

« Dans la formation d'empois, la partie centrale des globules commence à gonfler, sans que la couche extérieure éprouve de modifications sensibles, mais cette dernière finit par éclater.

« Les chiffres ci-dessus s'appliquent aux amidons extraits, à l'état de pureté, des diverses céréales, mais le tissu végétal dans lequel l'amidon est incorporé exerce une influence notable sur le degré de gélatinisation de l'amidon des divers grains ; il en est ainsi surtout pour l'amidon du maïs et du riz, qui, à l'état de farines, réclament pour une parfaite conversion en empois une ébullition longtemps maintenue.

« Un riz qui, à l'école de brasserie de Weihenstephan, avait donné un rendement de 75 p. 100 après avoir subi une longue cuisson avant saccharification, ne donna, sans cuisson préalable, que 57 p. 100 en cuve-matière.

« En soumettant les grains à la gélatinisation, il faut éviter, d'ailleurs, de mettre leur amidon en contact avec des surfaces trop fortement chauffées qui

durcissent l'empois par places et le rendent corné, inattaquable par la diastase.

« Le durcissement de l'empois, dans ces conditions, peut entraîner, au rendement, d'aussi grandes pertes qu'une gélatinisation incomplète.

« On peut, par exemple, dit M. Kjeldahl, en prolongeant la durée de la saccharification, obtenir à une température supérieure ou inférieure à 63 degrés une proportion de maltose semblable à celle que l'on obtiendrait à cette même température de 63 degrés reconnue comme la plus favorable. C'est alors le phénomène de la saccharification ultérieure qui entre en jeu, c'est la diastase qui agit sur la dextrine, et qui la convertit en maltose par une hydratation lente et graduelle.

« Et il est heureux, hâtons-nous de le dire, constate M. Puvrez-Bourgeois, qu'il en soi ainsi, car si les choses se passaient autrement, si l'excès de diastase qui se rencontre toujours dans les trempes du brasseur, alors même qu'il brasse avec une certaine proportion de grains crus, si la durée de la réaction, d'un autre côté, ne contribuaient pas, pour une large part, à augmenter les proportions reconnues et admises par la science, comme inhérentes aux diverses températures de saccharification, voici ce qui serait advenu, surtout avec le procédé de brassage par infusion : ou bien le brasseur, en vue d'obtenir une forte proportion de maltose directement fermentescible, et,

par suite, une forte proportion d'alcool, eût visé surtout, au brassage, aux températures comprises entre 60 et 63 degrés centigrades, essentiellement favorables, comme nous l'avons dit plus, à la production du sucre-maltose, et alors au préjudice du rendement du grain en extrait, car les températures de 68 à 75 degrés centigrades, favorables surtout à la production des dextrines, sont celles qui sont aussi les plus favorables à la liquéfaction de l'amidon du grain, à l'extraction des matières utiles qu'il contient;

« Ou bien, en vue d'obtenir un rendement plus satisfaisant en extrait, il eût visé surtout les températures plus élevées de 68, 70, 75 degrés centigrades, et alors ses moûts, riches en dextrine, eussent été, comparativement, trop pauvres en maltose. »

On peut donc, en somme, par diverses combinaisons qu'un brasseur intelligent peut toujours réaliser en tenant compte des observations qui précèdent, obtenir au brassage du malt le rendement maximum en extrait, en même temps que la qualité voulue de cet extrait, c'est-à-dire les proportions respectives de maltose et de dextrine qui déterminent le type et le cachet des différentes sortes de bière.

Mais quelles que soient les températures auxquelles on opère, ajouterons-nous, une fois le maximum de saccharification atteint, la diastase ne le dépasse pas, les proportions relatives de maltose et de dextrine restent stationnaires.

« On parvient au même résultat, ajoute M. Kjeldahl, en augmentant la quantité de diastase ; là encore la saccharification ultérieure produit la transformation d'une partie des dextrines auxquelles le dédoublement avait donné naissance. Mais là encore les phénomènes sont limités et ne peuvent dépasser le maximum de la saccharification.

« Enfin, dit encore le même auteur, la concentration du moût n'exerce pas d'influence marquée sur la proportion de maltose, mais à la condition, bien entendu, que la quantité de diastase contenue dans le moût soit proportionnelle à la quantité d'amidon qu'elle est chargée de transformer. »

Devons-nous conclure de ce qui précède, que la dextrine est à tout jamais condamnée à subsister dans le moût, sans que cette substance puisse se transformer en sucre ? Il n'en est rien.

En fait, a établi M. Payen, ce qui s'oppose à la complète transformation des dextrines en maltose, c'est la présence même de ce dernier produit qui, au fur et à mesure qu'il se forme, exerce une action retardatrice sur la saccharification, et que l'on voit, quand la proportion de maltose atteint un chiffre déterminé, qui, suivant les auteurs, varie de 66 à 80 p. 100 de l'amidon transformé, la production de maltose rester stationnaire. Aussi, lorsque l'on ajoute de la levûre de bière au liquide, on constate qu'au fur et à mesure que la maltose disparaît par la fermentation, pour se

transformer en alcool et en acide carbonique, la diastase reprend son action saccharifiante et transforme peu à peu les dextrines en maltose qui fermente.

Pour être complet, disons que différents corps ont la propriété d'accélérer ou de retarder la saccharification diastasique.

C'est ainsi que des faibles quantités d'acides, même minéraux, notamment l'acide fluorhydrique qui est, aujourd'hui, assez employé en brasserie, favorisent la production de maltose ; mais ces quantités doivent être très minimes, car au delà d'une certaine limite c'est le contraire qui se manifesterait.

Par contre, certains sels, tels que le nitrate de plomb, le sulfate de zinc, le protoxyde de fer, le bichlorure de mercure, retardent d'une manière très notable le dédoublement de l'amidon, tandis que l'acide salicylique, dont il est fait encore, dans certaines brasseries, un usage dont l'importance a pourtant diminué, depuis que l'emploi de cette substance a été interdit dans les produits alimentaires, entrave presque complètement l'action de la diastase.

Concassage des grains.

Pour permettre au liquide de mieux pénétrer les produits dont les principes qu'ils contiennent doivent constituer le moût, il faut les amener à un état de division, avons-nous dit au commencement de ce

chapitre, où ces produits puissent céder à l'eau tous les principes solubles qu'ils renferment. A cet effet on doit les concasser.

En principe, le malt destiné à la saccharification ne doit pas être réduit en farine trop ténue, par la raison qu'il serait difficile à délayer dans l'empâtage, que la clarification en serait rendue trop pénible, par la présence des matières très fines tenues en suspension, et que la filtration en serait devenue presque impossible. Aussi on se contente de le concasser plus ou moins grossièrement, de manière qu'aucun grain n'échappe à la division et que, cependant, la moindre quantité possible soit réduite en farine, de telle sorte que l'enveloppe des grains, étant fragmentée trop finement, ne vienne pas boucher les trous de la tôle perforée de la cuve-matière, à travers lesquels doit avoir lieu la filtration du moût.

Par le concassage la pellicule se déchire, l'amande farineuse se sépare de la partie corticale et devient accessible à l'eau ; on considère, ordinairement, comme un bon concassage, celui qui partage la semence en une dizaine de morceaux. On ne doit pas rencontrer dans le malt bien concassé, des grains entiers, qui sont absolument perdus pour le brassage.

On construit, actuellement, un grand nombre de concasseurs pour malt ; le principe de ces appareils est à peu près le même, ils ne diffèrent entre eux que par des modifications de détail. Les grains arrivent

dans une trémie et tombent sur un ou deux tamis qui sont agités d'un mouvement de trépidation et où ils abandonnent les cailloux, les brins de balai, en un mot toutes les matières étrangères qu'ils pourraient contenir. Une fois nettoyé, le malt arrive entre deux

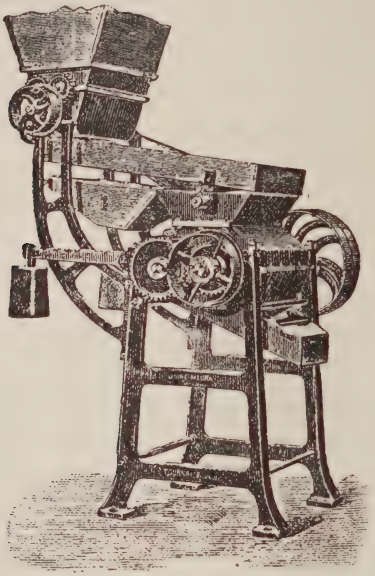


Fig. 7.

cylindres cannelés en acier, dont l'écartement est variable et réglé par des écrous. Cette disposition permet de concasser, à volonté, le malt plus ou moins finement, en le dépouillant en même temps de sa pel-

licule, sans la déchirer, ce qui permet d'obtenir au filtrage une drêche peu cohérente, malgré le broyage très fin du malt. En quittant les cylindres, les fragments s'engagent dans un conduit en bois qui les amène dans un sac.

Le plus souvent, ces concasseurs fonctionnent à bras, au moyen d'une roue à volant ; mais dans les grands établissements ils peuvent être de plus forte dimension et actionnés par la vapeur, par une courroie de transmission.

Bien que ces appareils aient de nombreux avantages sur les anciens moulins, on a conservé dans beaucoup d'endroits la mouture aux meules, qui produit une farine moins grossière, mais plus difficile à travailler et dont le moût filtre plus lentement et n'est jamais très limpide. En outre, le travail des meules est irrégulier, à côté de particules ténues il passe des fragments insuffisamment concassés. Quoi qu'il en soit, il faut veiller à ce que le malt ne soit pas amené en trop grande quantité sous les meules, qu'avant le concassage le moulin soit bien nettoyé et qu'il n'y subsiste plus rien des opérations antérieures, enfin que les meules marchent à froid.

Le reproche le plus sérieux que l'on puisse adresser au concassage du malt dans les moulins ordinaires à meules, c'est que les grains doivent être préalablement humectés, afin d'éviter leur trop grande pulvérisation. Cette humectation se fait dans une salle

carrelée très propre ; le malt y est étendu en couche de peu d'épaisseur et doucement arrosé d'eau froide ; on le retourne rapidement, quatre ou cinq fois, avec une pelle, puis on l'abandonne au repos pendant quelques heures. La quantité d'eau à faire absorber par le malt, dépend de sa siccité, par conséquent du temps qui s'est écoulé depuis son touraillage, les grains absorbant peu à peu de l'humidité.

En Angleterre, on laisse *mûrir* le malt concassé, c'est-à-dire qu'on l'abandonne quelques jours à l'air ; les brasseurs anglais estiment que, en cet état, il se laisse épuiser plus facilement.

Les fragments de malt occupent un volume plus considérable que les grains entiers, on évalue l'augmentation de ce volume, par le concassage, à 15 ou 20 p. 100 ; 4 litres de malt donnent, généralement, 5 litres de matière. D'autre part, la perte provenant des particules de farine et la dessication que le concassage peut amener, est évaluée à 2 p. 100.

Préparation du moût.

Il existe deux méthodes générales de traiter le moût, en vue de la saccharification, l'une dite : *méthode par infusion,* et l'autre dénommée : *méthode par décoction.*

Quoique la seconde de ces méthodes ait généralement prévalu et ait été adoptée par presque toutes

nos brasseries perfectionnées françaises, qui ont voulu ainsi réaliser des produits dont le goût se rapproche de celui des bières d'Allemagne et d'Autriche, pour lesquelles le consommateur a montré ses préférences, nous décrirons tout d'abord les procédés qui se réfèrent à la méthode dite par infusion, celle dite par décoction n'en différant pas au point de vue des principes, mais simplement à celui du mode de traitement.

Mais avant d'aborder les procédés opératoires, il nous faut parler des ustensiles employés en brasserie pour y mettre en contact tous les principes qui doivent concourir à la formation de la liqueur et obtenir finalement la saccharification. Cette opération s'appelle *le brassage* et elle se fait dans une cuve qui porte le nom de *cuve-matière,* ou *cuve à mélange,* suivant l'expression employée par les Anglais et les Allemands, expression qui, d'après nous, rend mieux l'idée que l'on doit se faire du but à remplir par cet appareil.

Cuve-matière. — La première opération qui s'impose consiste à hydrater le malt concassé; c'est *l'empâtage,* qui se pratique, généralement, dans la cuve-matière elle-même et qui a pour objectif, ainsi que nous l'avons vu plus haut, de dissoudre la diastase et de préparer la saccharification.

Nous croyons devoir d'abord dire comment on peut concevoir la construction d'une cuve-matière, avant de décrire quelques-uns de ces appareils perfec-

tionnés comme ils le sont aujourd'hui, et cela afin qu'on puisse bien se rendre compte des fonctions que cet appareil est appelé à remplir.

Imaginons (fig. 8) une cuve en bois munie d'un faux fond qui se trouve éloigné de 6 centimètres du fond. Le diamètre de cette cuve est calculé suivant la quantité de grain à brasser, et sa forme est légère-

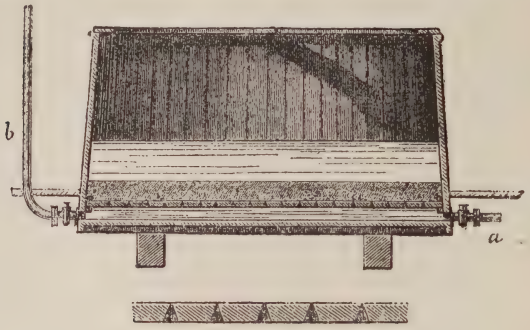


Fig. 8.

ment conique. Le plus grand diamètre est à la base inférieure. Le faux fond est percé de trous coniques dont le petit diamètre est tourné vers le haut, pour éviter l'engorgement. Un tube à eau apporte sous le faux fond l'eau froide ou chaude, soit du réservoir, soit de la chaudière à eau. Quand l'échauffement est fait par la vapeur, on ajoute un tube qui introduit la vapeur dans un serpentin ou dans un barboteur, entre es deux fonds, et un tube de vidange sert à retirer les

liquides qui passent à travers les résidus arrêtés par le faux fond.

Dans la manœuvre ordinaire de cette cuve, on fait arriver le malt sur le faux fond, puis on ouvre le robinet du tube à eau froide et l'on introduit du liquide en quantité suffisante pour faire le délayage ou l'empâtage. L'eau chaude est ensuite amenée, jusqu'à ce que la masse soit portée entre 70 et 75 degrés centigrades, et l'opération suit les phases que nous indiquerons tout à l'heure.

Fig. 9.

L'agitation et le brassage de la matière avec l'eau froide ou chaude, se fait à la main et à l'aide d'une sorte de fourche à larges croisillons (fig. 9).

Mais on conçoit que ce mode de brassage soit très pénible et ne réalise que d'une manière très rudimentaire le but poursuivi et qui consiste à mettre en contact avec l'eau tous les éléments solubles contenus dans les matières, et à épuiser celles-ci d'une façon absolument complète.

C'est en vue de supprimer ce mode de brassage manuel et d'obtenir, par des moyens mécaniques, un mélange intime de ces éléments avec l'eau, que l'imagination des inventeurs s'est exercée. Ils y sont arrivés

en adaptant à la cuve-matière une sorte d'agitateur qui fonctionne mécaniquement et qui consiste dans un appareil que l'on appelle *vagueur,* muni d'ailes et palettes plongeant dans le malt, et qui, lorsqu'il est mis en mouvement, en opère le brassage.

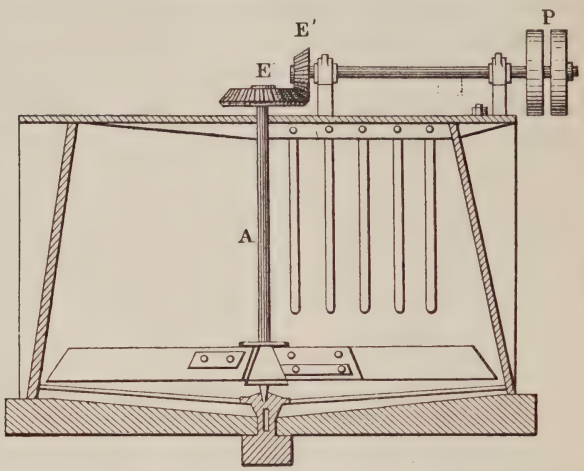


Fig. 10.

On a construit des vagueurs de bien des modèles différents; chaque constructeur vise au moyen d'unir la simplicité à une bonne exécution du travail. La fig. 10 représente une machine à vaguer très simple, mais qui suffit cependant quand la quantité du malt nécessaire à la trempe n'est pas supérieure à 1,000 ou 1,200 kilogrammes. En A, se trouve un arbre

vertical dont le mouvement rotatif est imprimé par un système d'engrenage EE' qui lui-même fonctionne en vertu de la poulie P, laquelle est mise en communication avec l'arbre de transmission. Le vagueur est placé au bas de la cuve, il se compose de deux bras-ailettes disposés en pente pour produire plus d'agitation dans la masse. Un peu au-dessus et fixé sur l'armature en fonte qui supporte l'arbre horizontal, est agencée une sorte de ratelier dont le but est de contrarier le mouvement de rotation communiqué au liquide par le vagueur. Dans d'autres machines, l'arbre vertical est double, ou plutôt il tourne dans un étui qui lui-même est animé d'un mouvement de rotation inverse : l'arbre faisant mouvoir le vagueur et l'étui actionnant le ratelier à bras verticaux.

Il arrive quelquefois que, au moment du départ, la matière épaisse embarrasse les bras de la machine à vagueur ; la courroie de transmission glisse alors sur la poulie, surtout lorsqu'elle est neuve, et l'appareil ne peut fonctionner. Pour éviter cet inconvénient, certaines machines sont armées d'une manivelle avec laquelle l'ouvrier engrène la rotation.

La fig. 11 représente une autre machine à vaguer qui nous paraît fort ingénieuse. MM sont des ailettes disposées suivant une légère inclinaison et qui, descendues dans la cuve, peuvent tourner au moyen de l'arbre A ; les chaînettes qui s'enroulent autour des poulies *c, c'* au moyen de la manivelle G, permettent

de plonger les ailettes de la machine à un niveau quelconque de la cuve. La rotation de l'arbre est obtenue par le système à engrenage E.

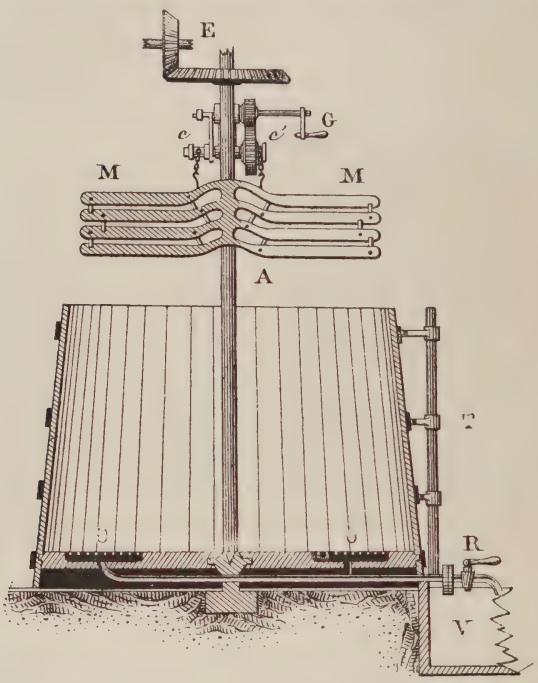


Fig. 11.

Dans les grandes brasseries, où les cuves atteignent quelquefois des dimensions considérables, il est nécessaire d'employer des machines à vaguer beau-

coup plus puissantes que celles que nous venons de décrire. La fig. 12 représente un de ces appareils dont le dessin fera suffisamment comprendre le fonctionnement.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte à simple vue, cette cuve-matière est munie d'un double agitateur,

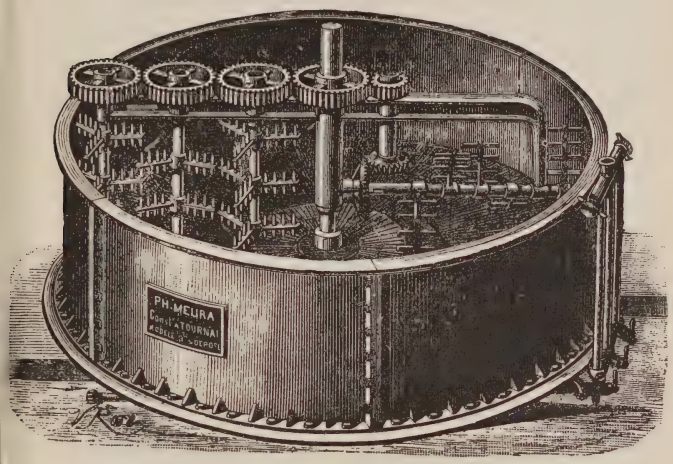


Fig. 12.

dont l'un agit dans le sens horizontal et l'autre dans le sens vertical, de telle manière que lorsque l'appareil est en fonction, le moût au milieu duquel il s'agite est malaxé dans tous les sens, condition favorable à tous égards à la dissolution de tous les principes solubles contenus dans le malt.

Nous croyons être entré dans des détails suffisants au sujet des cuves-matières, pour faire concevoir que l'on peut varier à l'infini les dispositions de ces appareils.

Cuves à filtrer. — Dans ces grandes brasseries où, à certaines époques de l'année, les plus favorables à la fabrication, on travaille jour et nuit, et où il est intéressant d'obtenir la plus grande quantité de produits dans le moins de temps possible, on opère la filtration du moût dans une cuve spécialement destinée à cet usage. Dans ce cas, la cuve-matière où se font les trempes ne possède pas de faux fond. Quand on opère de cette façon, il faut avoir soin que la température des trempes ne s'abaisse pas à plus de 40 degrés; pour cela, il faut que la cuve à filtrer soit placée un peu au-dessous de la cuve-matière et que celle-ci soit munie d'une large ouverture, armée d'une soupape de façon à ce que le déchargement ait lieu en quelques minutes.

Il est facile de comprendre l'économie de temps réalisée par cette manière d'opérer; on n'est pas obligé d'attendre, pour commencer l'empâtage d'une nouvelle partie de malt, que le moût se soit reposé le temps nécessaire pour filtrer clair sur la drêche.

Les cuves à filtrer sont, en général, de même que les cuves-matières, en tôle, de forme cylindrique ou rectangulaire.

Elles portent à la partie inférieure un simple agita-

teur à palettes, qui est commandé par dessous. Elles sont, comme les cuves-matière, munies d'un faux fond divisé en six, huit ou dix secteurs ; à chacun de ces secteurs correspond un tuyau et un robinet de soutirage.

Les cuves à filtrer ou à laver sont recouvertes d'un dôme mobile que l'on peut aisément monter et descendre, à l'aide de chaînes roulant sur poulies. Sous le dôme est placé l'appareil au moyen duquel on peut arroser la drêche avec de l'eau chaude. Cet appareil consiste quelquefois en une étoile à quatre branches, formée de tuyaux creux ; quelquefois aussi, et pour obtenir le même résultat, on dispose sous le dôme, à quatre points symétriques, des pommes d'arrosoir par lesquelles on fait arriver l'eau de lavage.

Cuve-réverdoir ou cuve de repos. — Le réverdoir est une cuve de dimension suffisante dans laquelle on fait écouler le moût soutiré des cuves-matière, après les différentes trempes et avant de l'envoyer à la chaudière, ainsi que nous l'expliquerons plus loin. Il sert également à recevoir les trempes épaisses qui, dans la méthode par décoction, sont extraites de la cuve-matière et ensuite pompées dans la chaudière où elles doivent être soumises à l'ébullition.

La cuve-réverdoir est, généralement, en tôle galvanisée, et sa destination indique suffisamment que son niveau supérieur doit être placé au-dessous de la cuve-matière.

Dans beaucoup de brasseries, on ne juge pas nécessaire de donner à la cuve-réverdoir une capacité assez grande pour recevoir la totalité du moût contenu dans la cuve-matière. Dans ce cas, on fait passer une partie du moût dans une cuve également en tôle galvanisée, placée au-dessus de la chaudière dans laquelle on fait écouler, lorsqu'on le juge à propos, le liquide qu'elle contient, en ouvrant un robinet.

Chaudière. — Les différentes opérations de la brasserie comportent l'obligation de recourir à des cuissons multipliées de liquides, et, conséquemment, nécessitent une ou plusieurs chaudières, suivant l'importance des produits mis en œuvre.

Il faut chauffer l'eau qui, dans le procédé par diffusion, sera successivement envoyée dans la cuve-matière, pour élever la température du moût à 75 degrés centigrades; il faut porter à l'ébullition les trempes épaisses ou claires que, dans le procédé par décoction, on extrait de la cuve pour les soumettre à la cuisson et que l'on reverse ensuite sur le malt; enfin, il faut faire cuire le moût soutiré des cuves-matière avec le houblon qui est appelé à donner, en dernière analyse, la saveur recherchée dans la bière.

Les chaudières dont on fait usage dans les brasseries affectent les formes et les capacités les plus variées; elles sont cylindriques ou carrées, en cuivre ou en forte tôle; elles sont disposées au-dessus des cuves-matière de façon à y faire couler facilement

l'eau chauffée ou les trempes, au moyen d'un tube en cuivre soudé au bas de la chaudière et muni d'un robinet. Dans les établissements où l'on traite des quantités considérables de produits et où, dès lors, la chaudière dont la contenance doit égaler au moins la moitié de celle des cuves-matière, le système du robinet n'étant pas suffisant pour l'écoulement rapide du liquide, on lui substitue une fermeture à soupape ou un robinet à valve, comme dans les fabriques de sucre.

Dans les brasseries où l'on brasse par la méthode par décoction et où par conséquent on doit faire cuire les trempes épaisses, celles-ci, comme dans les cuves-matière, doivent être soumises à un brassage ininterrompu, de manière à empêcher l'adhérence des éléments solides contre les parois ou au fond des chaudières chauffées à feu nu. Ces chaudières doivent alors être pourvues d'un vagueur, comme les cuves-matière, et, dans ce cas, la forme à parois cylindriques et à fond concave est celle qui leur convient le mieux.

Le vagueur, dans les chaudières de ce genre, se compose ordinairement de deux ailettes telles qu'elles se trouvent représentées dans la figure 13, ou bien de deux tiges portant des chainettes à boulet roulant sur le four de la chaudière et entraînant toutes les particules terreuses qui pourraient s'attacher aux parois.

Dans les brasseries qui ne disposent pas d'un vagueur et qui, cependant, font leur bière par le procédé

dit de décoction, il est préférable d'adopter pour la chaudière la forme carrée, qui se prête plus facilement au vaguage à bras que la forme sphérique ou cylindrique.

Dans les établissements qui produisent leur bière

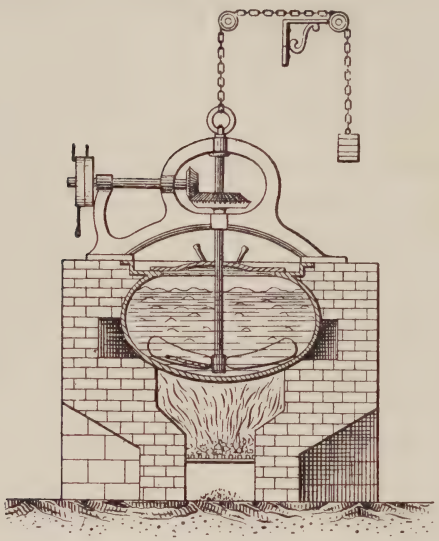


Fig. 13.

par la méthode par infusion, il est indifférent de recourir à telle ou telle autre forme de chaudière, attendu qu'on n'a pas à craindre l'adhérence des matières solides, puisque l'on n'y chauffe que des liquides clairs.

Lorsque la brasserie dispose d'un générateur, il sera toujours préférable de procéder à toutes les cuissons au moyen de la vapeur; on peut, de la sorte, régler à volonté la température, on procède avec beaucoup plus de rapidité à toutes les opérations, enfin on évite une foule d'accidents qui peuvent se produire avec les chaudières chauffées à feu nu.

Dans le cas contraire, il importe que le foyer soit construit de telle sorte que tout d'abord toute déperdition de calorique soit, autant que possible, évitée, et qu'ensuite la chaleur soit répartie sur la plus grande surface de la chaudière, au lieu d'être localisée sur un seul point, et ce en vue d'éviter les coups de feu qui, s'ils s'y produisaient, donneraient à la bière un goût fort désagréable et seraient même de nature, quelquefois, à entraîner la perte du brassin.

CHAPITRE VII

Le brassage : notions générales. — Méthode par infusion. — Méthode par décoction. — Méthodes diverses. — Bières diverses obtenues par la combinaison de différents grains. — Les pertes par échaudement des trempes. — Les trempes de lavage : la croix écossaise. — Quantité d'eau à employer pour un brassin.

Le brassage.

L'opération que l'on désigne sous le nom de *brassage*, parce qu'elle s'est effectuée longtemps et s'effectue souvent encore à force de bras, et d'où dérivent sans doute les expressions de *brasseur*, *brasserie*, *brassin*, consiste à soumettre le malt concassé à un certain traitement, de manière à obtenir un liquide sucré, et conséquemment fermentescible, qu'on appelle *moût* de bière. Cette opération pourrait recevoir plus exactement la qualification de *saccharification*, puisque c'est elle, en effet, qui a pour but de faire dissoudre, dans l'eau destinée à devenir de la bière, les principes solubles du malt (dextrine, sucre,

albumine, glucine, diastase), de provoquer la réaction de la diastase sur l'amidon non encore transformé, et de convertir progressivement cette dernière substance en dextrine et en maltose; elle exige l'hydratation plus ou moins prolongée de la farine de malt et la décantation du liquide.

L'immersion du malt a lieu en une ou plusieurs fois, suivant le procédé adopté. Chacune de ces manipulations porte le nom de *trempe :* donner une trempe ou jeter une trempe, c'est verser de l'eau sur de la farine. Par extension, on donne aussi le nom de *trempe* à la solution plus ou moins sucrée provenant de chaque infusion.

Le même produit reçoit encore très souvent le nom de *moût*, ce n'est cependant pas du moût dans le sens propre du mot, bien qu'il soit déjà fermentescible. Il semble que l'on ne devrait se servir de cette dernière dénomination que pour désigner une liqueur arrivée au point voulu pour pouvoir être mise utilement en fermentation, c'est-à-dire après la cuisson et le houblonnage, dont nous nous occuperons plus loin.

On donne quelquefois le nom *d'empâtage* à l'ensemble du travail des trempes; mais ce mot ne s'applique, en réalité, qu'à la première hydratation que subit le malt en cuve-matière, laquelle consiste à délayer la farine à basse température, de manière à éviter qu'elle ne se prenne en magma difficile à divi-

ser et, par suite, défavorable à la réaction de la diastase. Cette imbibition préliminaire de la farine est également désignée sous les noms de *salade,* de *démêlade,* de *meischen* chez les Allemands.

L'empâtage ou *trempe préparatoire* s'effectue dans la cuve-matière, et dans des conditions qui diffèrent suivant le mode employé pour la trempe proprement dite et la nature des moûts que l'on veut obtenir. Cette opération s'exécute de diverses manières : tantôt on charge la cuve-matière de la quantité de malt nécessaire pour la confection du brassin, puis on fait arriver par le faux-fond, au moyen de la pompe à jeter, une quantité d'eau suffisante pour bien délayer la farine; tantôt, au contraire, c'est l'eau qui est d'abord introduite dans la cuve, puis le malt qu'on y verse graduellement à mesure que s'opère l'hydratation et qu'on mélange constamment, à l'aide des *fourquets* ou des *vagueurs* dont nous avons parlé plus haut, de manière à obtenir une bouillie plus ou moins épaisse, mais exempte de grumeaux. L'expérience a démontré que ce dernier mode est préférable au premier.

Pour extraire de la cuve-matière le produit de chaque trempe, on ne procède pas toujours de la même manière : tantôt le liquide est expulsé avec une certaine violence, entraînant avec lui une portion de la matière pâteuse; tantôt, au contraire, il est décanté avec précaution et sort de la cuve après avoir

subi une sorte de filtration. Dans le premier cas, les produits obtenus prennent le nom de *trempe trouble* ou *épaisse;* dans le second, celui de *trempe* claire. En Allemagne, le *dickmeische* distingue la trempe trouble ou épaisse de la tremple claire qu'on désigne par les mots de *dunmeische* ou *lautermesche.* Nous donnons ces expressions allemandes, parce qu'elles sont souvent aussi employées dans la brasserie française.

Les méthodes de brassage ou de saccharification varient considérablement avec chaque pays, avec chaque localité même. Mais quelle qu'en soit la diversité, elles peuvent se classer en deux groupes, savoir :

Les méthodes *par infusion,* généralement adoptées en Angleterre, en Belgique et dans le nord de la France ;

Les méthodes *par décoction,* plus spécialement suivies en Allemagne, en Autriche et dans les autres parties de notre pays.

Au premier groupe appartiennent les différents procédés dits à *trempe claire,* à *moût clair,* ou *lautermeische;* au second, les procédés dits à *trempe épaisse,* à *moût trouble,* ou *dickmeische.*

A chacun des deux systèmes correspondent des bières dont la richesse alcoolique et la teneur en extrait diffèrent sensiblement. Les moûts obtenus d'après le premier, contiennent, proportionnellement, plus de sucre, mais moins de dextrine et de parties

azotées que ceux provenant de l'application du second. Par suite, et de la composition même de ces moûts, il résulte que la fermentation des premiers est plus active que celle des seconds, et enfin que ceux-ci fournissent des bières moins alcooliques que ceux-là, mais plus moelleuses et plus riches en extrait.

Les explications générales qui précèdent étaient indispensables pour saisir d'une façon précise la description des procédés opératoires mis en œuvre dans les deux procédés : *par infusion* et *par décoction,* dans le détail desquels nous allons entrer.

Méthode par infusion.

Comme principe primordial, nous rappellerons que, quel que soit le système adopté, la température de l'eau mise en contact avec le malt ne doit jamais dépasser 75 degrés, car au-dessus la diastase n'agit plus sur l'amidon, pour le transformer en dextrine et en sucre.

Ce principe étant posé, on peut concevoir divers moyens d'obtenir la macération du grain (malt seul ou mélangé) — macération qui est l'objectif dans la méthode qui nous occupe — de manière à ne pas dépasser cette température et même à ne pas l'atteindre.

C'est ainsi que l'on peut commencer par faire macérer le grain — *empâter,* suivant l'expression consacrée — avec de l'eau à la température ordinaire,

puis faire arriver par le faux fond de l'eau presque bouillante, en faisant fonctionner les vagueurs, jusqu'à ce que la température soit voisine de 75 degrés centigrades.

Généralement, au lieu d'eau froide, on opère la trempe préparatoire, *la salade*, avec de l'eau à 40 ou 50 degrés, de façon que, par son mélange avec le malt froid, la température de la pâte atteigne 30 à 35 degrés, puis on fait pénétrer de l'eau à 90 degrés jusqu'à ce qu'on ait atteint la température voulue.

On peut verser dans la cuve la totalité de l'eau à employer, prise à 50 degrés, et en élever la température à 75 degrés au moyen d'un jet de vapeur que l'on fait arriver sous le faux fond, pendant que l'agitateur fonctionne.

Enfin on peut inversement ou bien mettre d'abord de l'eau à 80 degrés dans la cuve et y délayer le malt qu'on y ajoute ensuite, l'addition de ce dernier ramenant la température à 75 degrés ; ou bien faire parvenir, par le faux fond, de l'eau à 80 degrés sur le malt déjà placé dans la cuve, et cela jusqu'à ce que la température de la masse liquide ait atteint 75 degrés.

Mais quel que soit le procédé adopté, il ne faut pas perdre de vue que l'introduction de l'eau chaude ou froide doit toujours être accompagnée d'un brassage énergique, qui favorise la dissolution des principes solubles contenues dans le malt, aide à l'accomplissement des réactions recherchées, enfin dissémine la

température d'une manière uniforme dans toute la masse.

De ces différents procédés, quel est celui auquel on doit donner la préférence ?

Nous partageons, à cet égard, l'avis de M. Basset, qui s'exprime en ces termes : « A notre sens, il vaut mieux faire le délayage du malt ou de la matière avec de l'eau froide ou à peine tiède ; le grain se pénètre mieux et il ne se forme pas de grumeaux. Les phases de l'action de la diastase sur l'amidon sont mieux observées de cette manière, puisqu'il doit se produire d'abord de la dextrine, ensuite du sucre, et que la dextrine se produit très bien à une température peu élevée, tandis que le sucre se produit mieux vers 70 degrés centigrades, lorsque la dextrine est déjà formée. C'est pour le même motif que nous aimerions mieux ne porter l'eau additionnelle qu'à une moindre température, l'ajouter en deux ou trois fois, plutôt que de l'introduire trop chaude, et que nous regardons l'emploi de la vapeur comme le plus parfait des moyens de calorification, puisqu'on peut en régler l'effet à volonté et l'arrêter au point précis où il est nécessaire.

Mais nous devons dire que ce n'est pas là le procédé le plus généralement employé. D'ordinaire, on attaque le malt avec de l'eau prise à 40 ou 50 degrés, de manière que, par son mélange avec le malt froid, la température de la masse pâteuse dont on opère le

débattage à l'aide du vagueur, s'élève à 30 ou 35 degrés. On abandonne ensuite l'empâtage à lui-même pendant un quart d'heure environ, après quoi on introduit par le faux fond de la cuve, et tout en faisant fonctionner les agitateurs, une quantité d'eau bouillante représentant, environ, deux fois le poids du grain, ce qui fait monter la température du brassin de 60 à 65 degrés, pendant que les agitateurs continuent à fonctionner. On cherche par tous les moyens possibles à maintenir cette température, pendant une demi-heure, trois quarts d'heure, une heure quelquefois, c'est-à-dire le temps nécessaire à l'accomplissement du phénomène diastasique, ce à quoi on parvient en introduisant des jets de vapeur dans la masse liquide, si on dispose d'un générateur, et dans le cas contraire en y faisant pénétrer de petites quantités d'eau bouillante.

Lorsque l'on juge que l'action a été suffisamment prolongée, ce dont on s'assure au moyen de la teinture d'iode, comme nous l'expliquerons plus loin, on laisse reposer le bassin pendant 20 à 30 minutes. Les enveloppes du grain se précipitent alors sur le faux fond de la cuve et y forment une sorte de filtre naturel composé des particules solides du malt, de matières visqueuses, fibrine, amidon non transformé, enfin de substances albuminoïdes coagulées, résidus que, dans les brasseries, on désigne sous le nom de *drêche*, au travers duquel le moût passe clair,

abandonnant toutes les matières qu'il retient encore en suspension, telles que particules de farine, téguments d'amidon, lesquelles, pendant la cuisson, seraient un obstacle à la clarification complète du moût. De là, le moût pénètre dans le faux fond d'où on le soutire dans la cuve-réverdoir, à moins qu'on ne le dirige directement dans la chaudière. Le produit ainsi obtenu constitue la première trempe.

Pour s'assurer que l'opération est arrivée à son terme, c'est-à-dire que tout l'amidon est transformé en dextrine et en maltose, on recourt à un procédé de la plus grande simplicité.

On sait que l'iode exerce sur l'amidon une action toute caractéristique ; il le colore en bleu foncé. Cette propriété étant connue, on fait dissoudre dans un flacon, avec de l'eau distillée, quelques cristaux d'iode, en agitant vivement le liquide qui prend une teinte jaune. Cette liqueur d'essai étant préparée, on prélève dans la cuve-matière quelques gouttes de son contenu, sur lesquelles, à l'aide d'une pipette, on laisse tomber, après refroidissement, un peu d'eau iodée. Si la coloration bleue se manifeste, c'est que le phénomène de la saccharification n'est pas encore achevé et, dans ce cas, il convient de le poursuivre ; dans le cas contraire, on peut soutirer sans inconvénient.

On reconnaît, d'ailleurs, que l'opération du brassage a été bien conduite, à la limpidité du moût et à

la production d'une mousse blanche, persistante, qui se forme à la surface de ce dernier quand il tombe dans le réverdoir en s'écoulant de la cuve.

Il n'y a rien d'étonnant à ce que l'on considère la limpidité du moût comme un phénomène de bon augure. Elle est l'indice de la dissolution complète des matières amylacées et de l'absence ou au moins de l'inactivité des agents d'altération qui se développent quand la température dépasse la limite inférieure de 60 degrés centigrades, qui favorise le développement des ferments de maladie dont la présence est signalée par un accroissement de l'acidité du moût. La formation de la mousse révèle la présence dans le moût, de substances gommeuses et dextrineuses qui jouissent de la propriété de former des gelées plus ou moins liquides, capables de retenir les bulles d'air qui s'introduisent dans le moût quand il se rend dans le réverdoir. Ces substances se produisent normalement pendant le brassage. Leur absence nous révèle donc un état de choses anormal. La blancheur de l'écume est due à la transparence de ces bulles qui réfléchissent toute la lumière qu'elles reçoivent.

Dans un moût résultant d'un brassin mal réussi, les matières azotées très divisées qui rendent le liquide trouble, réduisent les dimensions et le nombre des bulles. En détruisant l'homogénéité du liquide dextrineux, celles-ci laissent échapper l'air, et celles

qui se forment sont noires, puisque les matières brunes très divisées empêchent la réflexion complète et montrent leur couleur propre.

Trempes de lavage.

Après l'extraction du produit de la première trempe, la drêche retient encore, ainsi que l'a constaté M. Balling, de 120 à 170 kilog. de moût concentré par 100 kilog. de malt employé. Une seconde, et même une troisième trempe, sont donc nécessaires pour épuiser la drêche, et ce serait une erreur de croire que cet épuisement puisse être réalisé par une toute petite trempe ou, comme cela se pratique quelquefois dans le procédé bavarois, par un lavage à l'eau froide.

Afin donc, de compléter l'action chimique et d'épuiser le grain qui a été soumis à cette première trempe, on procède d'abord à une seconde en versant sur la drêche encore chaude une quantité d'eau bouillante représentant à peu près le poids du grain, et la température de la masse s'élève dans ces conditions entre 70 et 75 degrés; on brasse pendant un quart d'heure environ, on laisse reposer, comme nous l'avons dit plus haut, et enfin on soutire dans les mêmes conditions que pour la première trempe.

Puis pour épuiser presque totalement le résidu et ne rien perdre des éléments utiles qu'on peut lui enle-

ver, on procède à une troisième trempe, dans des conditions analogues aux deux premières, mais en n'employant alors qu'une quantité d'eau correspondant à la moitié ou au deux tiers du poids du grain.

On a exprimé quelques craintes concernant les lavages à température élevée comme celle de l'eau bouillante. Nous ne voyons pas qu'il puisse y avoir là le moindre danger, car même si on entraîne de la cellulose désagrégée, elle ne se dissout pas et elle sera, d'ailleurs, retenue avec le houblon, quand celui-ci est séparé par filtration après cuisson, et même en supposant qu'elle soit entraînée, la présence d'un composé de cette nature est du reste très peu nuisible, et, dans tous les cas, beaucoup moins que les matières albuminoïdes qui se trouvent toujours dans le moût. Remarquons, au surplus, qu'en employant une eau qui a été chauffée près du point d'ébullition, on dissout une plus grande quantité de ces hydrates de carbone infermentescibles que le brasseur allemand extrait par l'ébullition répétée des trempes. L'on conçoit aisément qu'on augmente ainsi la densité du moût et le degré de moelleux de la bière.

Enfin on achève d'épuiser complètement le résidu, en l'arrosant superficiellement avec assez d'eau pour chasser le moût qu'il retient et que l'on réunit à la dernière infusion.

Toutefois, pour procéder à ces trempes de lavage, il est essentiel de ne pas laisser le moût subistant dans

la cuve-matière, s'abaisser à une température inférieure à celle de 40 à 50 degrés centigrades, qui est éminemment propre à la formation de l'acide lactique si défavorable à la bière.

Les ablutions ou lavages exécutés par le vaguage, c'est-à-dire par le simple déplacement des matières extractibles à l'aide de l'eau, laissent généralement à désirer, en raison de la viscosité de la drêche qui empêche, précisément, le déplacement cherché. Aussi, dans les brasseries bien outillées, a-t-on adopté divers

Fig 14

appareils d'ablution destinés non plus à faire pénétrer l'eau des trempes dans la masse des drêches, mais à la faire arriver sans secousse sur la couche de moût qui le recouvre.

Le plus ingénieux de ces appareils est la *croix écossaise* (fig. 14), espèce d'arrosoir qui se compose de quatre tubes en cuivre de 4 à 6 centimètres de diamètre posés en croix, soudés et ajustés à une cuvette centrale en forme de capsule, fixée sur une crapaudine doublée de plomb. Fermés aux extrémités, ces tuyaux sont munis, chacun du même côté, de plu-

sieurs rangs de petits trous destinés à laisser échapper l'eau qui y est amenée par la cuvette. Celle-ci repose sur un pivot qui en assure la mobilité et qui est retenu dans un madrier soutenu lui-même au niveau de la drêche par deux supports. Par la pression qu'elle exerce lorsqu'elle arrive dans la cuvette et pénètre dans les tuyaux d'arrosage, l'eau imprime à l'appareil un mouvement rotatoire qui distribue l'eau en pluie fine sur toute la surface de la drêche. Avec ce système, la drêche n'a plus besoin d'être remuée. L'eau, beaucoup plus légère que le moût chargé d'extrait, se répand et se maintient au-dessus de ce dernier qui filtre à travers la drêche et s'écoule graduellement par le robinet de décharge, à mesure que l'eau arrive. L'épuisement de la drêche est ainsi plus complet, plus rapide, et de plus, la drêche, par suite de ces dispositions, n'étant jamais en contact direct avec l'air extérieur, en raison de l'interposition constante de l'eau qui la recouvre, on n'a pas à craindre la formation d'une proportion exagérée d'acide lactique.

On peut aussi, pour les petites cuves, employer l'appareil très simple décrit ainsi par Mullier. On assemble quelques planches percées de petits trous, auxquelles on donne la forme de la cuve-matière, et des dispositions telles, qu'il existe, entre sa circonférence et les parois de la cuve-matière, une différence d'environ 2 centimètres. Après le soutirage de la

trempe de saccharification, quand la drêche est encore recouverte de 8 à 10 centimètres de moût, on pose ce fond avec précaution sur la surface du moût et l'on fait alors arriver lentement sur le dit fond, la quantité d'eau de lavage nécessaire, laquelle, distribuée à la surface du moût, ne produit pas de mouvement sensible dans ce dernier.

Suivant les établissements, ces trois trempes successives ont une affectation distincte. Dans certaines brasseries, la première trempe sert uniquement à faire de la *bière forte,* et les deux autres sont réunies pour fournir le moût de la *petite bière.* Dans d'autres établissements on réunit les deux premières trempes et on réserve exclusivement la troisième à la fabrication de la *petite bière;* d'autres enfin réunissent les trois trempes, pour en faire une *bière moyenne.*

C'est ici qu'il convient de recommander d'une manière toute particulière de laisser s'écouler le moins de temps possible entre les trempes, le contact de l'air réagissant très promptement sur le résidu et déterminant très facilement l'altération lactique dont nous parlerons plus loin. C'est pour le même motif que le moût obtenu doit être rapidement soumis aux opérations subséquentes, ce qui nous conduit à dire que l'emploi des cuves-réverdoir dans lesquelles on fait arriver le moût à la sortie de la cuve-matière et dans lesquelles celui-ci doit attendre le produit des trempes suivantes si leur mélange doit en être opéré,

est de nature à offrir de graves dangers au point de vue de l'altération pouvant résulter du contact de l'air avec ces liquides naturellement si altérables. Aussi, dans tous les cas, serait-il désirable que ces cuves fussent toujours closes et qu'on s'arrangeât de façon à y maintenir les liquides qu'on y fait parvenir, à une température de 75 degrés, jusqu'au moment où ces derniers sont envoyés à la chaudière pour l'ébullition.

Méthode par décoction.

Le procédé dit par décoction, ou bavarois, plus répandu aujourd'hui que le procédé par infusion, fournit, il faut le reconnaître, une bière de plus fine qualité, de meilleure conservation, possédant plus de moelleux, plus en *bouche*, suivant une expression qui rend l'impression produite par ces bières sur le palais, enfin plus chargée en extrait.

Dans cette méthode, la première opération à réaliser consiste à hydrater le malt concassé, mélangé ou non avec d'autres grains ou farines, c'est-à-dire à en former avec de l'eau tiède ou bien à la température ambiante, une bouillie épaisse à laquelle on a donné le nom de *salade*. Cette opération que l'on appelle *l'empâtage* du moût, et qui a pour but de solubiliser la diastase, se fait dans la cuve-matière, dans les mêmes conditions que dans la méthode dite par infusion.

Après que l'empâtage a été abandonné à lui-même pendant trois ou quatre heures, le brasseur introduit par le faux fond de la cuve la quantité totale d'eau à 35 ou 40 degrés, qu'il doit utiliser pour son brassin ; il fait fonctionner le vagueur pendant quinze ou vingt minutes, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que le liquide, encore pâteux, soit devenu bien homogène, puis, au moyen d'une pompe, il enlève de la cuve la moitié environ du moût, lequel, conduit à la chaudière, doit être soumis à l'ébullition.

C'est la première *trempe épaisse* (*Dick-meische : Brasser épais*).

Le mode d'ébullition n'est pas indifférent et voici comment il doit y être procédé.

La température du moût est élevée progressivement, mais maintenue le plus longtemps possible vers 62-63 degrés, c'est-à-dire au terme de chaleur le plus favorable à la saccharification, puis on pousse franchement à l'ébullition. Toutefois, l'opération ne doit pas durer plus d'une heure à une heure et quart.

Aussitôt l'ébullition atteinte, on met en contact le moût bouillant avec le moût tiède resté dans la cuve-matière, et simultanément on fait subir à la masse un brassage énergique.

Il nous faut expliquer ici les réactions chimiques qui se sont manifestées au cours de ces diverses opérations.

En premier lieu, pendant que la trempe épaisse a

été soumise à la cuisson il s'est produit de la dextrine, et jusqu'au moment où la température de la masse liquide n'a pas dépassé 75 degrés, la diastase a agi et a transformé une partie de l'amidon en maltose. Mais, par le fait même de l'ébullition, l'agent de transformation a perdu complètement ses propriétés, ainsi que nous le savons, et le moût qui a subi cette opération n'arriverait jamais à la saccharification si, par sa réunion avec celui qui est resté dans la cuve-matière et dont il élève la température, il ne retrouvait de la diastase, grâce à laquelle le phénomène de transformation de la dextrine en sucre se poursuit normalement. Mais cette transformation est moins active, moins complète que dans les méthodes par infusion, puisque nous avons détruit une partie de l'agent transformateur.

D'autre part, l'ébullition du moût a déterminé la coagulation de l'albumine, et, de ce fait, la fermentation ultérieure sera moins active.

Toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire la proportion de diastase provenant du malt germé étant équivalente, il ressort des explications ci-dessus que la méthode par décoction fournira toujours une bière moins alcoolisée et plus dextrinée que la méthode par infusion.

On conçoit, d'autre part, que les bières obtenues par ce système auront une saveur spéciale que ne sauraient avoir celles fournies au moyen du procédé

par infusion, à raison des modifications particulières que subissent forcément les matières soumises à l'ébullition et dont une partie s'est dissoute sous l'influence de la température élevée qui seule est à même de dégager certains des arômes que renferment ces matières. Enfin, par l'effet même de la cuisson, une partie du sucre contenu dans le moût se caramélise et vient ainsi ajouter à la liqueur son contingent de saveur particulière, résultant de la caramélisation du sucre.

Ces explications étant données, poursuivons la description des diverses opérations auxquelles donne lieu l'emploi du système par décoction.

Aussitôt que le moût bouilli a été convenablement mélangé, grâce au jeu des agitateurs, avec le moût resté dans le cuve, ainsi que nous l'avons vu plus haut, le brasseur recommence une autre trempe épaisse. Il prélève au moyen de la pompe le tiers environ du moût pâteux qui se trouve dans la cuve et le fait passer dans la chaudière où il est amené à l'ébullition, dans les mêmes conditions que pour la première trempe, sauf qu'ici la cuisson doit être plus rapide et ne pas dépasser trois quarts d'heure; puis il est rejeté dans la cuve-matière où il produit, par son mélange avec le moût tiède, une température finale de 62 à 63 degrés centigrades.

On fait ensuite fonctionner le vagueur jusqu'à parfaite homogénéité de la masse que l'on abandonne

au repos pendant un quart d'heure, temps suffisant pour que le dépôt s'éclaircisse un peu, par dépôt des matières qu'il tient suspension.

C'est alors que le brasseur effectue la troisième trempe, mais ce n'est plus une *trempe épaisse,* mais une *trempe claire* (Lautermeische) qui s'obtient en soutirant la moitié environ du moût décanté contenu dans la cuve-matière, lequel est porté à l'ébullition dans les mêmes conditions que pour les trempes épaisses. Aussitôt après l'ébullition, qu'on doit chercher à obtenir dans un délai qui ne doit pas dépasser trois quarts d'heure, on rejette le liquide bouillant sur le moût tiède resté dans la cuve, et la température du tout s'élève à 72 ou 75 degrés. On brasse énergiquement, on couvre la cuve et on abandonne la masse à un repos d'une heure à une heure et demie, après quoi on soutire le moût clair qu'on reporte à la chaudière, en vue du houblonnage, ainsi que nous l'expliquerons plus loin.

La préparation du moût n'est cependant pas terminée, car la drêche que l'on a laissée dans la cuve-matière est encore toute gonflée de liquide sucré. C'est alors qu'on procède au lavage de la drêche. A l'aide de fourches, on repique la drêche, puis on l'arrose d'eau portée à 75 degrés; on soutire par le faux fond l'eau de lavage; on recommence deux ou trois fois cette opération, et l'on obtient, finalement, un moût faible, produit de l'épuisement de la drêche. (Lindet.)

Dans certaines brasseries, où l'on ne fait pas de petite bière, ce moût est, au fur et à mesure de la production, dirigé vers la chaudière à cuire où le moût fort se houblonne et se trouve ainsi mélangé au précédent. Mais quand le brasseur s'attache à fabriquer de la petite bière, il envoie le moût faible dans une chaudière spéciale, où il le chauffe à part, avec le houblon. C'est également ce moût faible houblonné, dans lequel le brasseur ajoute une certaine quantité de glucose de fécule, pour en augmenter, plus tard, la force alcoolique, qui constitue, après fermentation, ce que l'on désigne sous le nom de petite bière. (Lindet.)

Méthodes diverses.

Nous venons d'indiquer les deux procédés généraux les plus généralement utilisés dans l'art de la brasserie, pour obtenir la saccharification des moûts.

Est-ce à dire qu'il faille, dans tous les cas, s'y conformer rigoureusement et que l'on ne puisse se départir de l'un ou l'autre de ces systèmes, sous peine de ne pas arriver au but poursuivi ?

Non certes, et il faut, au contraire, considérer ces méthodes comme fournissant des indications générales dont l'adoption aura pour résultat la fabrication de types déterminés de bières, mais que le brasseur peut combiner ou modifier de manière à imprimer à ses produits un cachet particulier, une marque propre,

répondant au goût de sa clientèle, ou qui, simplement, les distingue des produits similaires fabriqués par ses confrères.

C'est ainsi que Müller indique un procédé pratiqué en Bavière et d'après lequel on cuit deux trempes épaisses seulement, au lieu de trois y compris la trempe claire. A Prague, au contraire, et chez la plupart des brasseurs de Bohême, on cuit trois trempes épaisses. Enfin, dans le Nord, à Lille, à Arras, etc., on adopte fréquemment un procédé qui comprend une trempe d'infusion et une trempe claire de décoction.

Voici comment M. Lindet décrit ce procédé :

On commence tout d'abord par débattre dans la cuve-matière le malt moulu, avec une quantité d'eau qui représente à peu près trois fois son poids. L'eau doit être ajoutée à la cuve à 65 degrés, de façon que, le mélange une fois fait, la pâte ait une température d'environ 50 degrés centigrades. On abandonne ce moût à lui-même pendant 20 minutes.

Au bout de ce temps, on tire par le faux fond de la cuve-matière une trempe claire à laquelle on donne le nom de *masse*. Le volume du liquide ainsi soutiré représente un peu moins de la moitié du volume d'eau empruntée pour le débattage. La *masse* est introduite dans une chaudière en cuivre de forme sphérique, couverte d'un dôme également en cuivre et surmontée d'une cheminée ; cette chaudière, munie

d'un agitateur à chaînettes flottantes, rappelle les chaudières à vaguer dont nous avons donné la description. Dans cette chaudière à masse, le moût clair est réchauffé et cuit, comme on réchauffe et comme on cuit la trempe claire de décoction.

Pendant que l'on réchauffe la *masse*, on s'occupe de donner sur la cuve-matière une trempe d'infusion, en faisant arriver dans cette cuve de l'eau bouillante (à peu près le poids du grain). La température s'élève à 70 degrés; le brassage proprement dit commence, dure de 1 heure à 1 h. 1/2, et, quand il est terminé, le moût est abandonné quelques instants à lui-même. On soutire par les faux fonds et l'on dirige le moût clair vers les chaudières à cuire.

On revient alors à la masse qui, maintenant, se trouve en pleine ébullition, et on la rejette sur la cuve-matière. On brasse pendant quelques instants, puis on laisse reposer, et enfin on soutire pour envoyer le moût dans la chaudière à cuire où se trouve déjà celui qui provient de la trempe directe d'infusion.

Il n'y a plus qu'à procéder, comme à l'ordinaire, dans la cuve-matière, aux lavages de la drêche épuisée et à diriger le moût faible vers une chaudière à cuire spéciale, destinée à la fabrication de la petite bière, à moins qu'on ne mélange tous les moûts ensemble pour obtenir une bière moyenne.

Mais on n'attend pas, bien entendu, de nous, que nous entrions dans le détail de tous les systèmes

employés soit dans les différents pays, soit dans les différentes brasseries; il faudrait, pour cela, étudier et décrire les procédés et les produits de toutes les brasseries du monde, ce qui nous paraît inutile, laissant à l'intelligence et à l'expérience du brasseur le soin de combiner les procédés que nous venons de décrire d'une façon générale, de manière à obtenir les types auxquels ses acheteurs donneront la préférence.

Bières diverses obtenues par la combinaison de différents grains.

Ce n'est pas seulement par la méthode de traitement adoptée pour la saccharification du moût, que les diverses bières se différencient entre elles, c'est encore par une infinité d'autres causes telles que la manière dont la germination aura été conduite, dont le malt aura été desséché, touraillé, et enfin et surtout la nature des grains employés.

En effet, nous n'avons envisagé jusqu'à présent que les moûts produits par le grain d'orge, transformé en malt par la germination, mais nous avons vu aussi, au commencement de cet ouvrage, que le malt pouvait également dériver de toutes les graines céréales et même de tous les féculents quels qu'ils soient.

Voici donc une série de variétés de bières qui peuvent être obtenues soit avec le malt d'orge, soit

avec ceux de tout autre grain, mais plus spécialement de froment et de seigle, ou bien encore par l'emploi simultané de l'un et des autres, combinés en proportions déterminées et suivant l'appréciation du brasseur qui les met en œuvre.

Mais ce n'est pas tout. Concurremment avec le grain malté, on emploie maintenant, dans toutes les brasseries, des grains crus, simplement réduits en farine au préalable, progrès considérable qui a fait réaliser à cette industrie des économies notables de temps et d'argent, puisqu'elle n'a plus ainsi à se préoccuper d'approvisionnements aussi importants de malt qu'autrefois, et que, par suite, elle n'a plus à dépenser les frais de main-d'œuvre et de temps qu'entraînait la préparation de ces provisions.

Il est évident que les farines provenant de grains crus ne contiennent pas de diastase, puisque nous savons que l'élaboration de cet agent transformateur de l'amidon en maltose ne se produit qu'à la faveur de la germination. Ces farines ne saccharifieraient donc pas si on s'adressait uniquement à elles pour composer un brassin. Mais en les mélangeant avec du malt, elles trouvent auprès de celui-ci le principe nécessaire à la modification de la fécule qu'elles renferment, et le phénomène de la saccharification se poursuit à leur égard, dans les mêmes conditions que si l'on n'avait à faire qu'à du malt seul.

Toutefois, il convient de faire remarquer ici que,

surtout lorsque l'on recourt à la méthode par décoction qui, déjà, annihile une partie de la diastase, on doit restreindre l'addition des matières amylacées étrangères à l'orge maltée, à des proportions telles que l'énergie saccharifiante qui subsiste puisse s'exercer d'une manière suffisante pour transformer en glucose l'amidon de ces matières.

Tout dépendra d'ailleurs de la quantité et de la qualité du malt employé en concurrence avec les grains crus; si celui-ci a été simplement desséché à l'air ou qu'il n'ait été que faiblement touraillé, il contient son maximum de diastase, laquelle pourra dès lors transformer une plus grande quantité d'amidon; le contraire se produira, si le malt a été fortement touraillé.

On voit, d'après ce qui précède, que l'on peut obtenir des bières de toutes les variétés imaginables, soit que l'on s'adresse au malt d'orge seul, ou à des malts de diverses céréales, ou à la combinaison du malt d'orge avec ces derniers, ou enfin à des grains crus qui emprunteront le principe nécessaire à la transformation de leur fécule, aux uns ou aux autres de ces malts. C'est au brasseur intelligent et en possession de son art, qu'il appartient, moyennant une série d'observations, de déterminer les règles auxquelles il doit se fixer, suivant la nature des produits qu'il entend obtenir, la clientèle qu'il prétend servir, en même temps qu'il envisagera les principes d'éco-

nomie dont il est essentiel pour lui de ne jamais se départir.

Un mélange de malt et de grains crus, par exemple, donnera une bière d'autant plus chargée en extrait et corsée, que l'on emploiera une moins grande proportion de malt par rapport aux grains; la dextrine y dominera. Si, au contraire, on veut une bière alcoolique, il sera préférable de ne traiter que du malt d'orge ou ce dernier additionné de malt de froment.

On s'est souvent demandé si, lorsque l'on emploie concurremment le malt et les grains crus : orge, froment, épeautre, seigle, avoine, maïs ou riz, il était préférable de soumettre ces derniers à une fine mouture, dans les moulins à blé, avant d'en mélanger la farine à l'orge germée concassée. Les opinions sont partagées à cet égard. Ainsi tantôt on moud le malt et le grain séparément, tantôt on fait le mélange de l'orge et de l'autre grain et on opère ensemble leur mouture ; les uns travaillent ce mélange à meules un peu ouvertes, tandis que d'autres en font une farine très fine.

Ce qui nous paraît le plus judicieux, c'est qu'une mouture large et grosse convient mieux aux brasseries qui travaillent à moût clair, parce qu'elle produit une meilleure filtration dans la cuve de macération, filtration qui est pénible et difficile lorsque la mouture trop fine devient compacte et imperméable au mouillage ; mais dans les autres systèmes où l'on sou-

met les moûts épais à la cuisson, une mouture fine paraît préférable, parce qu'elle accélère la dissolution, la conversion en empois et la saccharification.

On sait, d'ailleurs, qu'il est assez difficile d'hydrater parfaitement des matières pulvérulentes et surtout les farines de céréales, et que, sans un certain tour de main et quelques précautions, il se forme des grumeaux et des pâtons qu'il est ensuite fort difficile de délayer et de rendre fluides, grumeaux et pâtons qu'il convient d'éviter avec soin et qui peuvent donner lieu à une main-d'œuvre superflue ou à des pertes.

Voici comment on procède pour éviter ces inconvénients :

Quand on brasse par infusion, on commence par faire arriver dans la cuve-matière de l'eau à 60 degrés, en quantité suffisante pour l'empâtage, puis on y verse le malt et on procède au débattage. Lorsque le mélange est bien homogène et que toutes les parties solubles sont bien dissoutes, on y verse peu à peu la farine, préférablement à l'aide d'un tamis, en vaguant avec soin pour éviter la formation des grumeaux ; on laisse reposer pendant une demi-heure environ, après quoi, lorsque l'on juge le moment opportun arrivé, on fait arriver l'eau nécessaire dans les mêmes conditions que celles que nous avons détaillées plus haut, pour le brassage par infusion.

Dans la méthode par décoction, on procède à peu près de la même manière, avec cette différence toute-

fois qu'au lieu d'introduire à la fois, dans la cuve-matière, tout le malt que l'on entend employer, on en conserve environ la dixième partie que l'on mélange à la farine et que l'on verse ensemble dans la chaudière contenant de l'eau chaude, dont la température ne doit pourtant pas dépasser 60 degrés. La quantité d'eau contenue dans la chaudière, doit, dans ce cas, correspondre à celle du quart ou du tiers environ du brassin total.

On fait marcher la machine à vapeur de la chaudière, et l'on maintient le feu assez doux pour que la température du mélange n'atteigne pas plus de 75 degrés pendant tout le temps nécessaire à la saccharification de l'amidon des grains crus, sous l'influence de la diastase que renferme le malt. Lorsque l'on s'est assuré que la transformation est complète, au moyen de la solution iodée, on active le feu et l'on fait bouillir pendant une heure environ. Cette trempe est versée dans la cuve-matière dont la température s'élève à 72/75 degrés, pendant que le brassin est vagué énergiquement. Après un repos nécessaire à la clarification et à la saccharification du moût qui était resté dans la cuve-matière, on soutire, et la drêche est épuisée comme nous l'avons expliqué plus haut.

Dans certaines brasseries, soit dans un but d'économie, soit pour tout autre motif, on utilise du maïs ou du riz dont le brassage s'opère à peu près de la même manière que pour les autres céréales. Mais la

dureté plus grande de ces grains et la solution moindre de leur amidon dans le travail de la trempe et de la macération, obligent de modifier, en quelques points, les procédés ordinaires.

On conseille pour cela de faire tremper pendant 12 heures environ, dans l'eau froide, le maïs et le riz préalablement moulus, puis de chauffer jusqu'à ébullition, après quoi on verse dans la cuve-matière sur le malt germé soumis à la trempe, et dont il faut au moins 30 parties en poids pour 100 de riz ou de maïs, mais en prenant les précautions nécessaires pour que la température du mélange ne dépasse pas 68 à 70 degrés.

D'autres pensent qu'il est plus avantageux de soumettre les grains entiers de riz ou de maïs à l'ébullition et jusqu'à cuisson complète. Lorsque le grain est réduit à l'état de pâte, on verse celle-ci dans la cuve-matière, pour y subir, au contact du malt germé, l'action de la diastase.

Dans les brasseries bien installées, on opère cette cuisson sous pression, à l'aide de la vapeur, dans des chaudières que, pour plus de commodité, on place au-dessus de la cuve-matière. Quand la cuisson est effectuée, on ouvre une soupape et la bouillie s'écoule dans la cuve.

Les pertes par échaudement des trempes.

Un écueil contre lequel on ne saurait trop mettre

le brasseur en garde, c'est celui qui peut résulter de l'échaudement des trempes soumises aux différentes opérations dans le détail desquelles nous venons d'entrer, que l'on ait procédé par infusion ou par décoction, qui peut avoir les influences les plus fâcheuses sur la qualité des produits dont la clarifiserait ainsi rendue très difficile, et en outre provoquer des pertes de substances utiles.

Pour nous faire comprendre, il nous faut revenir à l'orge en voie de germination.

Nous savons que les composés azotés du grain et principalement ses albumines, forment, en développant le germe, de nouvelles substances parmi lesquelles la diastase, c'est-à-dire la matière saccharifiante.

C'est cette matière saccharifiante, formée dans le malt vert, qui a le pouvoir de dissoudre et de saccharifier l'amidon. Le brassage n'a d'autre but que celui d'extraire les substances du malt, de les dissoudre dans l'eau ajoutée, c'est-à-dire l'amidon qui est la matière principale du malt, le vrai fournisseur de la bière, mais qui est presque insoluble dans l'eau, contraire à la marche ultérieure de la fabrication, et nuisible, par cela même, à la bière. Il est donc aisé de comprendre l'importance considérable que possède la matière saccharifiante pour le brassage. Cette matière, n'agissant d'une manière dissolvante et saccharifiante sur l'amidon qu'en présence de l'eau et à

certaines températures, ces conditions doivent être connues et observées par le brasseur qui veut bien travailler, tirer le meilleur profit de son malt et obtenir des bières claires et sans maladies.

Aussi longtemps qu'il existe de l'amidon à dissoudre et à saccharifier, la température ne doit pas dépasser 70 à 76 degrés centigrades. La proportion entre la dextrine et le sucre dans le moût dépend encore en outre de la composition physique du malt et de la proportion quantitative entre la matière saccharifiante et l'amidon, de la durée du maintien des différentes températures jusqu'à 75 degrés centigrades, dans les phases diverses du travail des trempes. De plus, la dissolution et la saccharification de l'amidon — et celle-ci doit, dans tous les cas, être complète — se font d'autant plus rapidement et le rendement est d'autant plus élevé que le malt est plus finement moulu.

Après ces explications touchant l'activité de la matière saccharifiante, on se rendra compte que la diastase qui est présente dans le malt vert, est susceptible d'être détruite à la touraille et que, par une conduite erronée du touraillage, on risque d'obtenir des malts retenant peu de matière saccharifiante, au point que les précautions les plus minutieuses au brassage à moût trouble, ne peuvent faire obtenir des moûts clairs et exempts d'amidon. Ces défauts tiennent à ce que le malt est surchauffé à la touraille et que, comme conséquence directe, trop de matière saccha-

rifiante a été détruite. La même cause s'applique à ce qu'on appelle l'échaudement de la trempe, qui occasionne la destruction de la diastase.

En résumé la diastase est détruite aux températures élevées, à partir de 75 degrés centigrades, et elle perd la faculté de dissoudre l'amidon et de le transformer en dextrine et en sucre. La destruction est d'autant plus rapide que la température se rapproche du point d'ébullition.

Or, les opérations dans le détail desquelles nous venons d'entrer, au sujet du traitement des moûts en cuve-matière, soit qu'on ait procédé par infusion ou par décoction, consistent en ceci : délayer la trempe et chauffer avec de l'eau chaude ou des moûts cuits, le restant du moût en cuve-matière, afin de rétablir la température favorable à la transformation et à la dissolution de l'amidon.

Mais l'eau ou le moût cuit que l'on verse pour cette raison dans la cuve-matière ou que l'on y fait pénétrer, touche presque toujours le point d'ébullition.

En faisant cette addition rapidement, certaines parties de la trempe se surchauffent, surtout si celle-ci n'a pas été mise en mouvement très vif ; et tel est souvent le cas dans les brasseries faisant l'opération à la main avec la pelle ; il en résulte, évidemment, une destruction de la matière saccharifiante. Certaines parties de la diastase sont également détruites, lorsqu'on laisse arriver lentement l'eau chaude, même

en brassant vigoureusement, parce que chaque goutte d'eau chaude mise en contact avec le moût et quoique ce contact soit très passager, y provoque une élévation de température dépassant les limites permises, et y détruit, conséquemment, la matière saccharifiante.

En raison de ces destructions plus ou moins importantes produites par l'échaudement, et alors même que l'opération aurait été menée avec une grande prudence jusqu'au bout, il dépend de la quantité de matière saccharifiante restant, que le moût contienne encore plus ou moins d'amidon non transformé. Il arrive ainsi qu'une saccharification complète ne puisse plus être atteinte, surtout lorsque le malt ne contenait que la quantité de diastase juste suffisante et qu'une partie de celle-ci se trouve avoir été détruite par l'échaudement inconsidéré de la trempe. Cet accident est d'autant plus susceptible de se produire, lorsque l'on met en œuvre des grains verts concurremment avec du malt germé, puisque seul ce dernier renferme de la diastase, qui doit saccharifier les premiers.

Aussi ne saurait-on recommander les précautions les plus minutieuses pour le chauffage des trempes épaisses en chaudière de cuisson, lorsque l'on procède par décoction. Nous répéterons à cet égard que le feu doit être conduit très modérément et que l'on doit mettre un certain temps à mener la masse à 70 ou 75 degrés centigrades. Sans cette pré-

caution et en chauffant trop vivement au début de la cuisson, on s'exposerait infailliblement à détruire la diastase avant que celle-ci ait opéré la saccharification complète de l'amidon.

On voit combien il importe de ménager avec prudence la matière saccharifiante, afin de dissoudre tout l'amidon du malt et d'obtenir ainsi de celui-ci un rendement aussi élevé que possible par la transformation normale en dextrine et en sucre.

Si l'on observe toutes les précautions voulues, si les trempes dans les cuves-matière sont bien conduites, les moûts seront complètement saccharifiés et couleront rapides et clairs.

Pour se rendre compte que la saccharification est complète et que tout l'amidon est bien transformé, on doit procéder à des essais fréquents à l'iode, dans les conditions indiquées précédemment.

Si l'essai permet de constater que tout l'amidon n'est pas saccharifié, tandis que, cependant, la trempe dans la cuve-matière est déjà amenée à 70 ou 75 degrés centigrades, on peut compléter cette saccharification imparfaite en ajoutant un peu de malt moulu et en vaguant énergiquement. La quantité de malt à ajouter dépend, bien entendu, du plus ou moins d'amidon non transformé qu'il s'agit de saccharifier, mais on peut compter en moyenne que 500 grammes de malt moulu par hectolitre de grains employé au brassin, suffiront, par la diastase qui y

est contenue, pour déterminer la saccharification complète.

Une fois la saccharification bien opérée et quand les trempes claires ont été rentrées en chaudière de cuisson très limpides et très brillantes, on peut, par mesure extrême de précaution, ne pas chauffer trop vivement ces moûts, pour qu'ils stationnent encore pendant une demi-heure environ entre 70 et 75 degrés centigrades. On doit ensuite monter vivement à l'ébullition.

Quantité d'eau à employer pour un brassin.

D'une manière générale, on emploie de 750 à 800 parties d'eau pour 100 de malt. Mais là encore, nous devrions même dire là surtout, le fabricant peut être amené à varier ses proportions à l'infini, suivant la nature de produits qu'il vise à obtenir, suivant aussi la quantité du malt qu'il met en œuvre. C'est ainsi qu'entre les bières fortes qui exigent de 16 à 18 p. 100 d'extrait, et les bières faibles, pour lesquelles on peut s'arrêter à 9 ou 10 p. 100, on peut suivre toute une gamme intermédiaire entre ces deux quanlités.

Lintner, dans un tableau qu'il a construit en vue de résumer les diverses opérations à poursuivre pour la préparation du moût par le procédé de décoction, nous indique les proportions d'eau employées pour la fabrication des bières à Vienne, en Bohême, et en Bavière.

Voici ce tableau :

ORIGINE	POUR 100 KILOGR. de malt, on emploie :	MODE DE MACÉRATION	TEMPÉRATURE
Vienne.....	247 litres d'eau à l'empâtage.	Empâtage.	35°
		1re trempe épaisse... 1/4 d'heure.	47°
	280 pr les ablutions ou trempes ultérieures.	2e — ... 1/4 —	60°
		Trempe claire..... 1/2 heure.	72°
		Repos..... 1/2 —	
Bavière.	234 litres d'eau pour la 1re trempe	Empâtage.	34°
		1re trempe épaisse... 3/4 d'heure.	52°
	236 pr les ablutions ou trempes ultérieures.	2e — ... 3/4 —	65°
		Trempe claire..... 1/2 heure.	75°
		Repos..... 1/2 —	
Bohême.....	264 litres d'eau pour la 1re trempe.	Empâtage.	35°
		1re trempe épaisse... 1/4 d'heure.	52°
	264 pr les ablutions ou trempes ultérieures.	2e — ... 1/4 —	65°
		Trempe claire..... 1/2 heure.	75°
		Repos..... 3/4 d'heure.	

On voit par ce tableau qu'il existe déjà une dif-

férence sensible entre la quantité d'eau employée pour un brassin en Bavière, où elle n'atteint que 470 litres pour 100 kilos de malt, tandis que cette quantité s'élève à 527 et 528 litres à Vienne et en Bohême.

On ne saurait donc établir aucune règle fixe à cet égard, et c'est à l'appréciation et à l'intelligence du brasseur qui connaît son art et les exigences de sa clientèle, qu'il faut laisser le soin de déterminer lui-même la composition de son brassin et la proportion d'eau à y employer.

D'ailleurs, il a pour se guider dans cette voie un critérium suffisant. S'il a procédé à la détermination de la proportion d'extrait susceptible d'être fourni par un malt déterminé, au moyen des procédés que nous avons déjà indiqués et de ceux que nous indiquerons par la suite, rien ne lui sera plus facile que d'en déduire celle de l'eau à mettre en œuvre pour obtenir un moût dans lequel la quantité pour 100 d'extrait sera représentée par tel chiffre que l'on voudra.

Supposons, par exemple, qu'il ait été constaté que le malt essayé renferme 66 p. 100 d'extrait, et qu'on veuille obtenir une bière dans laquelle cet extrait sera représenté par 12 p. 100 ; on n'aura qu'à résoudre la petite opération suivante :

$$12 : 100 :: 66 : x, \text{ d'ou } x = 555{,}55$$

100 kilogrammes de ce malt devront donc être traités par 555 lit. 55 d'eau.

Mais il faut tenir compte de divers faits qui rendent cette quantité insuffisante.

D'une part, dans les différentes cuissons auxquelles on a soumis le moût, on a perdu une certaine quantité d'eau, par évaporation, et de plus il en est resté une proportion beaucoup plus considérable dans la drêche retenue au fond de la cuve-matière ; enfin il faut tenir compte de la quantité d'eau que le malt contenait lui-même naturellement.

Or, 100 kilogrammes de malt, en passant à l'état de drêche, ont perdu 75 environ de parties solubles. Les 25 p. 100 de drêche restants retiennent quatre fois leur poids ou 100 litres d'eau, en sorte que 100 de malt donnent 125 de drêche humide. Comme le malt, de son côté, tenait 10 p. 100 d'eau en moyenne, c'est un chiffre de 90 kilogrammes ou 90 litres d'eau, qui reste dans la drêche, provenant de 100 parties de malt, et qu'il y a lieu, conséquemment, d'ajouter au 555 lit. 55 ci-dessus, ce qui en élève la quantité à 645 lit. 1/2.

D'autre part, en évaluant seulement à 1/10e la quantité d'eau perdue par évaporation, dans les différentes préparations du brassage, ces 645 lit. 1/2 ne représentent que les 9/10es de l'eau employée, dont les 10/10es seront :

$$\frac{645{,}50 \times 10}{9} = 717 \text{ litres.}$$

De sorte que, finalement, la proportion d'eau à mettre en œuvre pour obtenir une bière dosant 12 p. 100 de résidus solides, au moyen d'un malt susceptible de fournir 66 d'extrait pour 100, sera de 717 litres.

CHAPITRE VIII

Cuisson et houblonnage des moûts. — Refroidissement des moûts. — Essai des moûts : recherche de la densité; dosage du sucre; dosage de la dextrine; dosage de la dextrine par la lumière polarisée.

Houblonnage.

Aussitôt que le moût est considéré comme terminé, il est tiré au clair et doit être immédiatement soumis à une ébullition plus ou moins prolongée qu'on nomme la « *cuisson du moût* » et qui a pour objet : 1° d'achever la saccharification, c'est-à-dire de transformer en dextrine les molécules d'amidon restées dans le moût à l'état d'empois; 2° de coaguler certaines substances albuminoïdes qui ne tarderaient pas à subir des modifications susceptibles d'altérer la liqueur si elles y étaient maintenues dans leur état et qui, notamment, donneraient lieu à la formation de l'acide lactique, que l'on ne peut d'ailleurs, jamais éviter complètement, mais qui, lorsqu'il est en excès

dans la bière, donne à celle-ci une saveur peu goûtée par les consommateurs.

L'ébullition a encore pour but de fixer l'état dans lequel la dextrine dissoute se trouvera dans la liqueur, en annihilant d'une manière définitive l'action de la diastase, qui, dans le cas contraire, continuerait à agir sur la dextrine qu'elle convertirait partiellement en sucre, tandis que par suite de l'ébullition l'amidon non attaqué, demeuré à l'état d'empois, se changerait en dextrine, sans pouvoir passer à la modification saccharine.

Enfin c'est au moyen de l'ébullition et par le fait de l'évaporation qu'elle provoque, que l'on parvient à concentrer davantage le moût et à augmenter sa densité, dans le cas où celle-ci ne serait pas jugée suffisante, en même temps que, suivant que cette opération est prolongée pendant un temps plus ou moins long, on obtient une coloration plus ou moins intense de la liqueur. Disons de suite que cette coloration est le résultat d'une sorte de caramélisation du glucose, laquelle se forme pendant la cuisson, d'où il en faut déduire que, si l'on veut obtenir des *bières blanches*, la cuisson devra être de peu de durée, tandis que, au contraire, elle devra être prolongée davantage si l'on vise à la production de bières brunes et épaisses.

C'est aussi pendant la cuisson du moût que l'on y introduit le houblon, afin d'en dissoudre les principes

qu'il contient et de les répartir dans la liqueur, principes dont les uns, tels que le tanin et la résine, contribuent à la conservabilité de la bière, tandis que les autres, tel que la lupuline et l'huile essentielle qu'elle contient, lui apportent l'amertume et la saveur particulières que les amateurs recherchent dans cette boisson.

Nous venons de dire que c'est immédiatement au sortir de la cuve de saccharification que le moût doit être soumis à la cuisson. En effet, tout retard sur ce point, surtout par une saison chaude, pourrait être préjudiciable en donnant naissance à une production d'acide lactique susceptible de provoquer le passage du moût à l'aigre. Lorsque le procédé de saccharification suivi s'oppose à ce que la totalité de la liqueur soit retirée de la cuve-matière en une seule fois, ou à la suite d'une dernière trempe de repassage, le brasseur doit avoir soin de maintenir à une température modérée les moûts extraits en premier lieu, et qu'il dépose, en attendant la réunion générale, soit dans une bâche métallique chauffée à la vapeur, soit dans un réservoir spécial.

Dans les brasseries où les moûts provenant des trempes d'ablution sont utilisés à part pour la fabrication de la petite bière, l'outillage doit comporter deux chaudières ou tout au moins une chaudière à cuire et un appareil pour le chauffage des eaux destinées aux trempes. Les inconvénients qu'il y aurait

à retarder la mise en ébullition du brassin de bière forte exigent, en effet, que pour monter en chaudière les moûts de ce brassin, on ne soit pas obligé d'attendre que l'eau nécessaire aux trempes d'ablution en ait été retirée.

Nous avons, au commencement de cet ouvrage, défini les principaux caractères du houblon, nous n'avons donc pas à y revenir et il nous suffira ici de spécifier son mode d'emploi. Nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit, que le houblon n'a pas seulement pour effet d'aromatiser le moût de bière et de donner à cette liqueur la saveur particulière qui la fait rechercher par les amateurs, il a encore sur elle une action conservatrice et antiseptique, à ce double point de vue que, par son tanin d'abord, il précipite les matières organiques azotées qui se trouvent dans le moût et qui constituent des éléments d'altération de la bière lorsqu'elles s'y trouvent en trop grande proportion, et que, par sa résine et ses huiles essentielles ensuite, il entrave le développement et l'action des organismes inférieurs : monades, bactéries, ferments de maladie, dont la présence est si redoutable dans ce liquide complexe.

C'est lorsque le moût seul, a subi une ébullition plus ou moins prolongée, suivant le but que l'on cherche à atteindre, que l'on ajoute le houblon.

La durée de l'ébullition, si l'on ne vise qu'à la coagulation de la majeure partie des substances

albumineuses que contient le moût, peut ne durer qu'un quart d'heure. Au fur et à mesure que cette coagulation se produit, ces substances se réunissent en petits flocons écumeux à la surface du liquide d'où on les enlève au moyen d'une écumoire. La disparition de ces principes azotés a pour effet, il est vrai, de rendre moins active la fermentation à laquelle la liqueur sera soumise ultérieurement, mais il en subsiste toujours suffisamment pour que ce phénomène s'accomplisse d'une manière régulière, et il est certain, en revanche, que plus le liquide se trouvera débarrassé de ces éléments d'altération, plus grande sera sa conservabilité, une fois qu'il aura été transformé en bière.

Il est évident, d'ailleurs, que les moûts obtenus par le procédé de décoction n'ont pas besoin de bouillir aussi longtemps que ceux obtenus par la diffusion, puisque la plus grande partie des premiers a déjà subi des cuissons successives qui ont déjà coagulé une fraction des matières albuminoïdes. La nouvelle cuisson, dans ce cas, ne saurait donc être polongée au delà du terme que nous avons indiqué plus haut, que si on voulait augmenter la densité du moût ou bien son intensité colorante. En ce qui concerne le surcroît de densité, si on ne voulait pas l'obtenir par la déperdition que subit le liquide par l'évaporation, on y arriverait en ajoutant, pendant l'opération, les matières sucrées jugées nécessaires

ou même la dextrine en cas de besoin, et cela dans la proportion de 1 kil. 400 à 1 kil. 500 par hectolitre et par degré de Baumé à obtenir en plus.

Quoi qu'il en soit, on reconnaît que la cuisson a été suffisante, si un échantillon de la liqueur, prélevé dans une éprouvette, se clarifie promptement par la précipitation des matières albuminoïdes coagulées.

En résumé, la cuisson des moûts a pour but :

1° De coaguler les matières albumineuses qui sont insolubles à 100 degrés.

Comme on le sait, en effet, le moût contient des variétés bien différentes de matières albumineuses, dont la coagulation s'opère de différentes façons. Certaines de ces matières, qui étaient solubles à la température de la trempe, sont précipitées par l'ébullition, d'autres sont coagulées par le tanin;

2° De dissoudre les résines amères, la lupuline, les principes aromatiques, les huiles essentielles et le tanin du houblon, tanin qui, à son tour, doit coaguler, pendant la durée de la cuisson, l'excès de matières albumineuses non précipitées par l'ébullition;

3° Enfin de concentrer le moût par l'évaporation et d'en ramener le volume à la quantité exigée par la Régie, au moment de l'entonnement.

La durée d'ébullition nécessaire à l'entière coagulation des matières albumineuses insolubles à 100 degrés, dépend de la qualité du malt employé, mais, le plus généralement, le tranché doit être

parfait au bout d'une heure et demie ou deux. Le moût a repris son aspect brunâtre, et, quand il est regardé dans un verre d'épreuve, il doit, à travers les flocons qui sont en suspension, être parfaitement limpide et brillant.

A partir de ce moment, la cuisson, fût-elle prolongée encore pendant plusieurs heures, n'éliminerait plus aucune matière albumineuse.

L'excès de ces matières qui se trouvent encore dans le moût, doit en être enlevé soit par le tanin du houblon, soit par du tanin étranger ou un autre principe astringent tel que le cachou, à la condition que ces substances soient absolument pures.

L'emploi du tanin surajouté peut donc faire réaliliser une économie notable dans la quantité de houblon à employer, et permettre de maintenir en dissolution, dans le moût, une grande partie de l'acide tanique du houblon, pour la conservation ultérieure de la bière.

Le tanin introduit supplémentairement peut, d'ailleurs, s'imposer également lorsque l'on a employé des malts provenant d'orges très riches en matières albuminoïdes et que, malheureusement, on rencontre maintenant en très grande abondance dans le commerce.

Avant de mettre la première portion du houblon en chaudière, on peut ajouter 7 à 8 grammes de tanin par hectolitre (quantité comptée à l'entonnement), afin de

commencer la coagulation des matières albumineuses. On ajoute ensuite la première partie de houblon, que l'on fait bouillir pendant deux ou trois heures environ.

Dans les brasseries où l'on s'attache à fabriquer de bons produits, on complète cette opération par l'oxygénation du moût, à laquelle on procède quand les différentes variétés d'albumine qui se trouvaient en excès dans le moût sont coagulées et que le tranché est parfait.

Cette oxygénation, qui doit se pratiquer à la température d'ébullition, où seule elle agit par combinaison de l'oxygène avec les matières albuminoïdes, a pour effet, en oxydant les matières albumineuses coagulées, de les rendre absolument insolubles par la suite, d'en augmenter la densité, de leur permettre de se déposer plus facilement et plus rapidement sur les houblons dans la chaudière, au moment de la mise aux bacs, et sur le fond de ceux-ci pendant le premier refroidissement du moût.

Une pompe à air comprimé suffit ordinairement pour l'oxygénation, mais il faut avoir soin, avant d'envoyer cet air, par un petit tuyau percé de trous, dans la chaudière, de lui faire traverser un filtre à coton, afin de le débarrasser de toutes les poussières, bactéries, et de tous les microbes qui s'y trouvent en si grande quantité.

L'insufflation de l'air ainsi purifié pendant l'ébullition, doit durer environ 40 à 50 minutes. On ajoute

ensuite la seconde portion de houblon, c'est-à-dire le houblon de qualité plus fine, on fait subir à celui-ci un quart d'heure à vingt minutes de cuisson et, quand l'évaporation est suffisante, on peut retirer les feux.

Pour des bières d'une bonne conservation, et quand le malt employé est de bonne qualité, la durée de l'ébullition peut être fixée à 2 ou 3 heures pour les bières blanches, 6 ou 7 heures pour les bières plus colorées, et 8 à 10 heures pour les bières brunes. Ce laps de temps est grandement suffisant, quand l'ébullition est bien conduite, pour évaporer les réserves, et réduire le volume de la chaudière à la quantité exigée pour l'entonnement.

La cuisson trop prolongée des bières enlève de la finesse, elle communique ordinairement au moût une saveur âcre, elle les brunit, et a de plus le grave inconvénient d'augmenter, dans de notables proportions, la consommation du charbon.

Le moût, après *cuisson,* doit être filtré à travers le houblon, de façon à arriver aussi limpide que possible sur les bacs-refroidissoirs. Cette filtration peut s'effectuer : ou au moyen d'une pomme d'arrosoir ou tête de mort, adaptée au tuyau de vidange, à l'intérieur de la chaudière, ou dans un vase spécial à double fond, ainsi que cela se pratique en Angleterre, ou encore en faisant passer le contenu de la chaudière avec le houblon, dans un bac spécial appelé bac à houblon.

Lorsqu'elle a lieu au bac à houblon, la séparation du moût et du houblon s'obtient de plusieurs manières. Ordinairement, le bac qui reçoit le liquide au sortir de la chaudière est divisé en deux parties par un clayonnage serré à travers lequel le moût est obligé de passer, laissant dans le premier compartiment la plus grande partie du houblon. Ce récipient, auquel on donne aussi le nom de *bac de repos,* et dans lequel le moût ne séjourne que pendant une heure ou deux, est muni d'un robinet spécial de décantation, dont l'emploi a pour but d'évacuer toujours les couches supérieures du liquide, c'est-à-dire les plus limpides, quelle que soit d'ailleurs la hauteur du niveau. Tantôt c'est un robinet dont la clef est percée de diverses ouvertures disposées en hélice, de façon qu'il ne puisse jamais s'en rencontrer deux sur la même ligne perpendiculaire. En amenant successivement ces ouvertures vis-à-vis d'une rainure générale pratiquée sur toute la hauteur de l'enveloppe, on peut, en mettant d'abord en communication avec la rainure l'ouverture la plus élevée, soutirer toujours les couches supérieures du moût. Tantôt on emploie un bourrelet circulaire ou flotteur en fer-blanc, sous lequel un cercle en canevas métallique adhérent est attaché à un entonnoir de toile formant soufflet, et terminé par un large tube qui sort sous le bac de repos où le robinet est adapté. Dès qu'on ouvre ce robinet, la portion superficielle du liquide s'introduit

par la bande de canevas métallique dans l'entonnoir, qui s'abaisse progressivement avec le flotteur à mesure que s'abaisse le niveau du moût. On peut aussi remplacer le clayonnage du bac à repos, et c'est même ce qui est généralement préféré, par un filtre à houblon dans lequel le houblon sert précisément de matière filtrante. Cet appareil, qui se place dans le bac, à l'endroit où se déverse le tuyau qui amène le moût, consiste habituellement en une caisse en bois dont les côtés et le fond sont garnis d'une toile métallique fine ou d'une toile criblée de trous.

Après l'égouttage, les folioles du houblon retiennent encore une assez grande quantité de moût (cinq à six fois leur poids). On l'en extrait à l'aide d'appareils appelés *presse-houblon*. Disposé dans de certaines conditions de solidité, le filtre à houblon tient souvent lieu de presse et se trouve ainsi affecté à un double usage.

Pour favoriser la clarification, certains brasseurs ajoutent au moût, pendant la cuisson, tantôt des pieds de veau, tantôt de la colle de poisson, tantôt du lichen d'Irlande. Ces divers procédés de clarification artificielle sont aujourd'hui de plus en plus délaissés, car ils sont inutiles et même nuisibles. Ils ajoutent, en effet, à la liqueur, des matières albumineuses et animales, comme le sérum du sang, le blanc d'œufs, qui ne se coagulent pas par l'ébullition, qui restent en suspension dans la liqueur et constituent, par suite, des éléments de putréfaction. Le lichen ne pré-

sente pas les mêmes dangers d'altération, mais il a pour inconvénient d'altérer la pureté de la levûre et ne convient d'ailleurs que pour les bières de fermentation basse. Enfin, dans certaines localités du nord de la France et de la Belgique, les brasseurs ont recours à la chaux vive pour colorer et clarifier en même temps le moût (400 à 500 grammes par hectolitre). Cette substance se combine avec les matières albumineuses et sature les acides qui retiennent l'albumine en dissolution, mais elle communique à la bière une saveur désagréable ; aussi son emploi doit-il être considéré comme une pratique irrationnelle, détestable.

Pendant la rentrée des trempes claires en chaudière de cuisson, on doit avoir soin de ne pas faire élever la température des moûts au-dessus de 72 à 75 degrés centigrades, et ce, jusqu'à ce que la chaudière soit entièrement pleine.

Cette précaution a pour effet de permettre à la diastase qui se trouve encore en dissolution dans le moût de compléter la saccharification des quelques cellules d'amidon qui, pour différentes causes, auraient pu être entraînées dans la chaudière.

Quand celle-ci est entièrement pleine, on active le feu pour arriver le plus vivement possible à l'ébullition. A ce moment, le moût, qui était parfaitement clair, prend une teinte grisâtre. Il s'y forme des petits flocons de matières albumineuses coagulées

par la chaleur, et, quand le feu est bien conduit, ces flocons s'agglomèrent, viennent nager à la surface, où il est facile de les éliminer au moyen d'une écumoire.

C'est seulement quand cette coagulation naturelle s'est bien opérée, qu'on doit mettre en chaudière la première partie du houblon, c'est-à-dire celui qui est le moins fin, si on emploie des houblons de qualités diverses. Le tanin de ce houblon coagule à son tour l'excès de matières albumineuses contenues dans le moût, en même temps que la résine amère, la lupuline et les huiles essentielles et aromatiques qu'il contient s'y dissolvent. La seconde partie de houblon est mise ordinairement une heure ou une heure et demie avant de retirer les feux. Le moût, à ce moment du brassin, est parfaitement limpide, et si le malt employé est de bonne qualité, il est à peu près exempt de mauvais ferments ou de bactéries; c'est au brasseur à lui conserver ses qualités, pendant son passage à travers les pompes, les tuyaux et autres vaisseaux qu'il doit traverser pour arriver au bac-refroidissoir. Les proportions de houblon à ajouter au moût varient avec la qualité et l'âge de cette substance; elles diffèrent également selon que la bière doit être livrée promptement à la consommation ou qu'il s'agit de bière de garde.

Dans les conditions suivies par la plupart des brasseurs, explique M. Basset, on houblonne davan-

tage les bières fortes, les bières brunes, destinées à être conservées plus longtemps, et l'on ajoute beaucoup moins de houblon pour les bières douces et légères, pour les bières blanches et celles qui doivent être consommées jeunes. Dans le premier cas, le dosage varie de 1 kil. 1/2 à 2 kilogrammes de houblon, par 100 kilogrammes de malt, et dans le second de 500 grammes à 1 kil. 1/2, selon le goût des consommateurs auxquels on s'adresse, le plus ou moins d'amertume que l'on veut donner au produit, et encore selon la saison où l'on opère.

C'est ainsi que, selon le docteur Lintner, pour les bières de Vienne, on emploie 1 kil. 800 de houblon pour 100 kilogrammes de malt, que l'on ajoute en deux fois; pour celles de Munich, 1 kil. 800 mis à cuire avec le moût en une seule fois; enfin pour celles de Bohême 2 kil. 240, également en une seule fois.

Dans les brasseries où l'on fabrique deux sortes de bière : bière forte et petite bière, on peut réaliser, sans inconvénient, une économie notable en affectant au houblonnage de la petite bière le houblon déjà utilisé pour la bière forte. Les principes aromatiques subsistant dans ce dernier, même après qu'ils ont subi une première cuisson, s'y trouvent encore en assez grande quantité pour parfumer suffisamment une petite bière. Toutefois, il convient de faire observer que le tanin du houblon étant l'un de ses élé-

ments extractibles de beaucoup le plus soluble, un houblon qui aurait été soumis à une première cuisson ne serait plus assez riche à ce point de vue spécial pour remplir le rôle demandé à ce principe astringent et qui consiste surtout à coaguler et à précipiter une partie des matières albuminoïdes contenues dans le moût de bière. Dans ce cas, il conviendrait d'ajouter une certaine proportion de tanin chimiquement pur, ou au besoin de cachou, afin de compenser la dose de tanin naturel devenue insuffisante par suite de la cuisson déjà subie.

L'industrie offre maintenant aux brasseurs disposés à en faire usage, et en remplacement du houblon à l'état végétal, une sorte d'extrait de cette plante obtenu en recueillant, par la distillation l'huile essentielle qu'elle contient, et par lexivation, son tannin, sa matière amère et sa résine. Nous ne saurions conseiller l'emploi de ces produits dont il n'est guère possible de contrôler exactement la composition et que l'on risque souvent de trouver falsifiés.

Les industriels qui fabriquent ces extraits y ajoutent volontiers un principe astringent — tanin ou cachou — qui produit d'heureux effets dans les bières, comme dans les vins et les cidres d'ailleurs, en formant, avec les matières albuminoïdes que ces liqueurs contiennent, des tannates insolubles qui se précipitent et éclaircissent le liquide. Mais le brasseur peut tout aussi bien faire cette addition lui-

même, et nous ne pouvons que la lui conseiller, autant au point de vue de la limpidité de ses produits que par économie. Il pourra, en effet, au moyen de l'emploi de l'un de ces astringents, limiter dans une certaine mesure la quantité de houblon à mettre en œuvre, et dont on augmente souvent la dose moins pour lui emprunter les principes amers et odorants qu'il contient et qu'une quantité relativement faible de houblon peut, en somme, fournir en proportions suffisantes à la liqueur, que pour doter celle-ci des principes astringents qui assureront sa limpidité.

On ne saurait trop appeler l'attention du brasseur au sujet du temps pendant lequel il laissera le moût cuire au contact du houblon, une fois celui-ci introduit dans la chaudière.

Suivant, en effet, que ce temps est plus ou moins long, on obtient des bières présentant un caractère différent. Pendant la cuisson, le principe amer se dissout intimement dans le moût et y subsiste. Mais, en revanche, sous l'influence de la chaleur, et en raison de leur volatilité, une partie des huiles essentielles s'évaporent, privant ainsi la liqueur des qualités dont ces substances l'auraient dotée, tandis que, d'un autre côté, une cuisson trop prolongée en présence du houblon donnerait lieu à la dissolution de matières âcres contenues dans le végétal et qui nuiraient à la saveur de la bière.

Il est vrai, au surplus, que l'on peut remédier au

premier des inconvénients signalés ci-dessus, en ajoutant, après la cuisson, quelques gouttes de ces huiles que l'industrie parvient à isoler. Mais c'est là une mauvaise pratique.

En effet, outre que les essences fabriquées sont très altérables et peuvent compromettre la liqueur, celles-ci, par surcroît, communiquent à la bière une saveur spéciale peu appréciée des véritables amateurs.

En Angleterre, cependant, on aime les bières fortement houblonnées, et pour que les principes utiles ne disparaissent pas quelque temps après la cuisson, on a soin de laisser séjourner du houblon frais dans les fûts qui servent au transport de la bière. Hodson a préconisé une autre façon d'utiliser le houblon sans perte d'huile essentielle; il filtre le moût fermenté sur du houblon frais, et fait servir ce même houblon appauvri d'une partie de son huile essentielle, à la cuisson du moût. (P. Roulin.)

On peut d'ailleurs éviter la disparition partielle des huiles essentielles, en se servant, pour la cuisson, de chaudières munies de couvercles, comme on en voit, maintenant, dans la plupart des grandes brasseries françaises et étrangères, et qui de plus sont pourvues d'un agitateur permettant de mettre mieux en contact avec le liquide toutes les parties du houblon et de favoriser la dissolution des principes utiles que renferme ce végétal.

« Il peut arriver quelquefois, fait observer M. P.

Raulin, que les brasseurs n'aient à leur disposition qu'une seule espèce de malt et, par exemple, du malt trop foncé pour la bière qui leur est réclamée par leur clientèle. On peut décolorer le moût préparé avec ce malt, en additionnant le contenu de la chaudière, après coagulation des matières albuminoïdes, d'une petite quantité de noir animal en grains. Il ne faut pas ajouter toute la quantité de ce noir en une seule fois, mais procéder à différentes reprises, et, après chaque addition, prendre un échantillon du moût dans une éprouvette, pour en comparer la couleur avec celle de l'échantillon choisi. Dès que la nuance cherchée est atteinte, on arrête les additions de noir.

Aussitôt que la cuisson du moût est jugée suffisante, il convient de l'amener au degré de température utile à la fermentation qui doit suivre.

Refroidissement du moût.

Le refroidissement du moût est, assurément, l'une des opérations les plus délicates de la brasserie, et on ne saurait y apporter trop de précautions de toutes sortes, car on s'exposerait alors à compromettre un produit dont les éléments sont essentiellement altérables.

Il faut d'abord être organisé de manière à procéder à cette opération avec le plus de rapidité possible, car les germes de toute nature qui pullulent dans

l'atmosphère : mycodermes, bactéries, vibrions, moisissures, etc., guettent la liqueur, dans laquelle ils se précipitent et où ils se transforment en ferments, sous l'action désorganisatrice desquels certains éléments contenus dans le moût peuvent subir les modifications les plus désastreuses.

Il importe non moins que les vases dans lesquels on procède à ce refroidissement soient d'une propreté irréprochable, car, autrement, la liqueur aurait toutes les chances d'y rencontrer aussi ces mêmes organismes susceptibles de favoriser sa décomposition, en donnant lieu à la formation d'acide lactique, d'acide butyrique et même d'acide acétique.

On procède généralement au refroidissement du moût, à l'air libre, en le faisant arriver dans des bacs d'une large superficie, que l'on dispose de façon à ce qu'ils se commandent les uns les autres, c'est-à-dire de telle sorte que le liquide puisse se déverser d'un bac dans un autre placé au-dessous, et que, enfin, on établit, le plus ordinairement, au sommet des bâtiments de la brasserie, ou même dans un bâtiment spécialement affecté à cet usage.

Ces emplacements sont, d'ailleurs, aménagés de manière que, munis de larges ouvertures, on puisse y entretenir des courants d'air continuels, lesquels, en même temps qu'ils abaissent la température, entrainent les vapeurs qui s'élèvent au-dessus du liquide chaud.

Les bacs-refroidissoirs se construisent en bois, en cuivre, en zinc, en tôle de fer galvanisée, et même en fonte. Mais c'est, le plus généralement, à la tôle galvanisée que l'on donne la préférence.

Les bacs en bois, en effet, outre qu'ils sont mauvais conducteurs de la chaleur, ce qui implique un refroidissement trop lent des liquides qui y sont déversés, présentent cet inconvénient de retenir quelquefois dans leurs aspérités et dans leurs jointures des principes d'altération, provenant des liquides qui y ont séjourné antérieurement, qui peuvent compromettre ceux que l'on y fait passer par la suite.

Les bacs en fonte peuvent se fendre lorsque le moût bouillant arrive sur le métal glacé.

Les bacs en cuivre offriraient sur tous les autres une incontestable supériorité, s'ils n'étaient pas d'un prix trop élevé.

On ne saurait trop condamner l'emploi du zinc, pour l'établissement de ces appareils, en raison de l'action de certains principes acides qui peuvent être contenus dans le moût, notamment l'acide lactique, et qui, se combinant avec ce métal, risqueraient de constituer avec lui de véritables agents toxiques.

Dans les brasseries bien outillées, on n'utilise pas exclusivement les bacs pour amener le moût à la température convenable à sa mise en levain, et c'est toujours en deux fois qu'on y arrive.

On laisse d'abord la température du moût bouil-

lant s'abaisser jusqu'à 50 ou 40 degrés centigrades dans les bacs, c'est-à-dire à l'état où son contact avec l'air est éminemment favorable au développement de la fermentation lactique, puis on envoie ce moût dans des appareils réfrigérants, où on l'amène rapidement au degré désiré, c'est à dire 10 à 15 degrés, si l'on veut produire la fermentation haute, et 6 à 8 degrés quand on veut produire la fermentation basse. On emploie également, pour obtenir ce résultat, de la glace que l'on mélange directement avec le moût.

Quelle que soit la matière employée pour la fabrication des bacs, ceux-ci sont presque uniformément plats, rectangulaires, et mesurent de 10 à 15 mètres de côté avec 15 centimètres de profondeur. Ces bacs, comme nous l'avons dit plus haut, sont généralement en tôle galvanisée dont les jointures sont rivées; ils sont portés sur des chantiers de bois, de façon que l'air extérieur puisse librement circuler aussi bien au-dessous qu'au-dessus d'eux. D'un côté de chacun des bacs, se trouve le tuyau qui amène le moût chaud, et de l'autre le déversoir par où le moût refroidi peut s'écouler. Le moût chaud est étendu sur une épaisseur qui ne doit pas dépasser 10 centimètres, et, dans ces conditions, grâce aux courants d'air qui règnent dans la pièce où sont installés ces bacs, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, la température du moût s'abaisse rapidement à 40 ou 50 degrés.

Avant de parvenir dans les bacs, le moût sortant

de la chaudière doit avoir subi une filtration sommaire afin d'en éloigner les cônes de houblon épuisés qui pourraient y être entraînés. A cet effet, si les bacs se trouvent placés au-dessous de la chaudière, on y fait couler directement le moût, qui traverse préalablement un filtre formé tout simplement d'une caisse dont les parois sont constituées par des toiles métalliques.

Lorsque, au contraire, les bacs sont disposés plus haut que la chaudière, le moût coule de celle-ci, en traversant le filtre en question, dans un réservoir d'où il est envoyé dans les bacs à l'aide d'une pompe.

Dans certaines brasseries, on se borne à empêcher le houblon de sortir de la chaudière, en interposant une pomme d'arrosoir ou une toile métallique devant l'orifice de sortie.

Les appareils dont on fait usage pour obtenir un refroidissement plus rapide, sont des réfrigérants aménagés de telle sorte que le moût arrive en couches minces sur des surfaces métalliques constamment refroidies par un courant d'eau froide.

Il existe une grande variété de réfrigérants construits d'après ces données; les plus employés en France sont ceux à tubes du système Baudelot, ou ceux à plaques ondulées du système Lawrence.

Les réfrigérants système Baudelot sont formés par la juxtaposition d'une série de tuyaux en cuivre de 2 à 3 centimètres de diamètre. Ces tubes en cuivre, qui

mesurent 2 à 3 mètres de longueur, sont placés les uns au-dessus des autres et sont traversés de bas en haut, depuis le tube inférieur jusqu'au tube supérieur, par un courant d'eau froide. Au-dessus de cette série de tubes, se trouve une petite goulotte (fig. 15) qui s'étend sur toute la longueur de l'appareil et qui est percée d'un grand nombre de petits trous à la

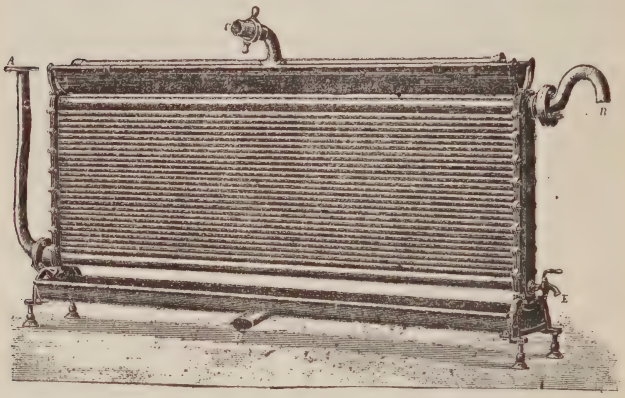


Fig. 15.

partie inférieure. C'est de cette goulotte que le moût, qui arrive par le tube C, ruisselle tamisé en cascade presque continue, à la surface des tubes dont il contourne la surface extérieure pour arriver à la partie inférieure, se rassemble dans une autre goulotte longitudinale qui fait office de collecteur, pour de là s'écouler en D et entrer dans la cuve à fermentation.

L'eau froide, en sens inverse de la bière, est intro-

duite dans l'intérieur du premier tuyau du bas de l'appareil, par le tube A, puis monte, pour sortir chaude par le premier tuyau du haut, c'est-à-dire en B, sur lequel tombe la bière qu'il s'agit de refroidir.

Cette eau chaude peut être utilisée pour les différents besoins de la brasserie. Le robinet E, visible au bas de la gravure ci-contre, sert à vider complètement le réfrigérant.

On conçoit qu'avec un appareil de ce genre, si on y fait circuler une eau suffisamment froide et si on règle le courant de cette eau de même que celui du moût, d'une façon convenable, on arrive rapidement à obtenir le degré de température désirable pour la mise en fermentation.

Lawrence a imaginé de remplacer l'appareil tubulaire dont le réfrigérant Baudelot est composé, par un appareil formé de deux plaques de cuivre rouge, ondulées parallèlement l'une à l'autre, séparées de 3 à 4 centimètres, et entre lesquelles circule, de bas en haut, une nappe continue d'eau froide. L'appareil offre cet avantage qu'il peut être très facilement nettoyé, les deux plaques pouvant être séparées l'une de l'autre. Comme dans le réfrigérant Baudelot, le moût distribué à la partie supérieure, par une goulotte longitudinale, se distribue régulièrement sur la surface ondulée du refroidissoir.

Lorsque l'on veut amener la température du moût

au degré qui convient pour la fermentation basse, c'est-à-dire 5 à 7 degrés, les réfrigérants simplement alimentés avec de l'eau de puits ou de rivière, et dans les conditions que nous venons d'indiquer, ne sont pas suffisants. Pour remédier à cette insuffisance, on superpose, l'un sur l'autre, deux réfrigérants identiques, ou bien l'on divise le réfrigérant unique dont on dispose, en deux parties. Dans la partie supérieure on fait circuler l'eau ordinaire, et on alimente la partie inférieure avec de l'eau glacée que l'on amène à 1 ou 2 degrés centigrades, au moyen d'une machine à glace.

On peut encore arriver au refroidissement suffisant, en immergeant tout simplement dans le moût recueilli dans la cuve-guilloire, de la glace naturelle bien transparente, concassée en petits morceaux et lavée à l'eau froide. Cette glace n'exerce aucune action défavorable sur le moût, si ce n'est d'augmenter son état de dilution. Il est d'ailleurs, facile d'obvier, si l'on veut, à ce dernier inconvénient, en plaçant la glace dans des plongeurs que l'on fait flotter à la surface du liquide. Ces plongeurs sont en tôle galvanisée et affectent, d'ordinaire, la forme de cônes renversés.

Pour le calcul de la glace à ajouter, il faut se baser sur le chiffre de 11 kilogr. 1/2 environ, nécessaire pour abaisser de 1 degré la température de 1,000 litres de moût.

On se demandera peut-être, étant admis, comme

nous l'avons expliqué à plusieurs reprises, que le moût mis en contact avec l'air atmosphérique se trouve ainsi exposé à une foule d'altérations, pourquoi on ne conseille pas purement et simplement l'abandon des bacs-refroidissoirs et l'emploi exclusif des appareils réfrigérants qui permettent de procéder, d'ailleurs, d'une manière beaucoup plus rapide.

C'est uniquement, répondrons-nous, parce que les moûts et notamment ceux qui sont peu houblonnés, les moûts de grains crus et de bières légères, se troublent considérablement par le refroidissement rapide et sont difficiles à clarifier.

Au contraire, lorsque le refroidissement s'effectue lentement au contact de l'air atmosphérique, celui-ci cède au moût une partie de son oxygène qui se combine avec les matières albuminoïdes et autres qui y sont contenues, et forme avec elles des composés insolubles qui se précipitent à l'état de dépôts au fond des bacs.

Ces dépôts, constitués de tannate d'albumine et de tannate d'empois, sont ensuite isolés de la partie limpide des moûts, comme nous le verrons plus loin, soit par décantation, soit par filtration.

D'autre part, il est certain, ainsi que nous le verrons dans la suite, en nous occupant de la fermentation, que ce phénomène sera favorisé et s'accomplira d'une façon beaucoup plus régulière, si les ferments rencontrent dans le moût la quantité d'air nécessaire

à leur vitalité et à leur développement ; on peut même dire qu'ils ne fonctionneraient pas si cet air n'existait pas. Or, il est constant que par le passage du moût dans les bacs-refroidissoirs, où il est maintenu sous une faible épaisseur et une large surface, la liqueur s'imprègne davantage de cet air, ou pour mieux dire de cet oxygène indispensable à la fermentation, que si elle arrivait, à dose massive dans la cuve, après surtout que l'ébullition l'aurait précisément privée de l'air qu'elle contenait primitivement en dissolution.

Mais l'excès en tout est un défaut, et il ne faut pas perdre de vue qu'une aération trop prolongée, tout en exposant aux accidents dont nous avons parlé, pourrait, en outre, avoir pour résultat de permettre à l'oxygène de l'air de se combiner avec les principes aromatiques du houblon, et constituer également avec eux des composés insolubles qui se précipiteraient aussi, privant ainsi la bière des arômes qu'on y recherche.

Il appartient donc au brasseur de se maintenir dans une juste mesure qui lui permette de maintenir le moût sous l'influence de l'air atmosphérique, assez longtemps pour qu'il puisse se débarrasser de l'excès de matières albuminoïdes qui y sont contenues, mais sans franchir pourtant les limites du temps, au bout duquel ce moût pourrait subir certaines altérations ou verrait ses principes aromatiques détruits.

Il est bien entendu qu'il convient de prendre les

précautions nécessaires pour ne pas envoyer à la cuve de fermentation les dépôts boueux qui se sont formés au fond des bacs-refroidissoirs.

A cet effet, on procède de différentes manières : dans certaines brasseries, on fait couler la totalité du moût sortant des bacs ou des réfrigérants dans des sacs en toile qui retiennent les parties boueuses que l'on presse pour en extraire le liquide. Si ce dernier liquide sort clair, on l'ajoute simplement au premier, mais si les brassins se succèdent sans interruption, dans la brasserie, il est préférable de rejeter le moût trouble dans la cuve-matière, après le détrempage.

Dans d'autres brasseries, on sépare par décantation la partie limpide du moût qui surnage au-dessus des bacs, de la partie trouble qui reste au-dessous, et on reçoit cette dernière sur un filtre en feutre, disposé au sommet d'un réservoir spécial dans lequel tombe le liquide clarifié, et d'où on l'envoie dans la cuve de fermentation.

Essai des moûts.

Le brasseur soucieux d'opérer en toute connaissance de cause, au lieu de s'abandonner à la simple routine comme le font quelques-uns, ne devrait jamais négliger de soumettre les moûts qu'il a produits à une analyse qui viendra corroborer ou infirmer ses prévisions, relativement aux procédés ou aux maté-

riaux qu'il a mis en œuvre, et lui permettre d'en modifier les résultats, le cas échéant.

Aucun produit, en effet, n'est autant susceptible que ces moûts, de présenter une composition variable, et alors même que l'on aurait employé des grains de nature identique, il peut arriver que deux brassins offrent les caractères les plus différents.

Suivant, par exemple, la manière dont on aura procédé à l'empâtage ou aux cuissons si l'on a procédé par décoction, ou encore dont on aura opéré le débattage ; suivant enfin le degré de température auquel on aura versé l'eau dans la cuve-matière si l'on a procédé par infusion, l'amidon sera totalement ou en partie seulement épuisé, ou bien le moût sera plus riche en maltose et moins riche en dextrine, ou réciproquement.

Les conséquences, dans ces différents cas, peuvent, on le concevra facilement, être très graves au point de vue des résultats recherchés. C'est d'abord la perte sèche de matières, que l'on aurait à enregistrer, si le mode d'opérer n'avait pas permis l'épuisement complet de l'amidon, et c'est aussi une bière plus ou moins alcoolique ou plus ou moins dextrinée, que l'on aurait obtenue, suivant que la maltose ou la dextrine dominera dans le moût.

Or, comme il est possible de remédier à des opérations qui laisseraient à désirer, soit au cours même de ses opérations, soit par la suite, ainsi que nous aurons l'occasion de l'expliquer plus loin, le brasseur

a le plus grand intérêt à se rendre un compte exact de la composition de son moût, autant après le décuvage que pendant le travail à la cuve et dans les chaudières.

En ce qui concerne l'épuisement complet de l'amidon, nous avons déjà vu qu'il est facile de s'en assurer au moyen de la solution iodée; nous n'y reviendrons pas.

Recherche de la densité. — La densité du moût constituant l'un des facteurs les plus importants de la qualité de la bière que l'on veut obtenir, il est important de la déterminer avant de procéder à la cuisson du moût, par la raison que si on la trouve trop élevée, on peut la diminuer au moyen d'une addition d'eau, tandis que, au contraire, si elle était trop faible, il serait facile de l'amener au degré voulu, par simple réduction du liquide, au moyen d'une cuisson plus prolongée.

Pour prendre la densité d'un moût, on peut recourir au procédé du flacon que nous avons décrit en parlant de l'analyse du malt. Le lecteur peut s'y reporter.

Dans la pratique, et lorsque l'on juge nécessaire de s'assurer de cette densité, au cours même de la préparation du moût dans la cuve-matière ou pendant sa cuisson, et alors que l'on veut y procéder par des prises d'échantillons pratiquées à divers moments des opérations, il est plus simple de recourir simplement au densimètre. Cette méthode ne donne pas tou-

jours, il est vrai, des résultats très exacts, mais ils nous paraissent suffisants au point de vue du résultat cherché, et pour le brasseur, au surplus, les indications qu'il obtient de cette façon sont concordants, en raison même des comparaisons qu'il peut établir entre des moûts précédemment obtenus et celui qu'il veut obtenir.

M. Lacambre est l'auteur d'un procédé très pratique pour arriver à cette détermination.

Partant de ce principe que l'extrait d'un moût de bière est composé pour la plus grande partie, plus des cinq sixièmes, de dextrine et de glucose, et ces deux corps possédant une densité presque égale, il a été amené à en déduire qu'il était possible de s'assurer de la richesse d'un moût, par une simple observation densimétrique qui ne peut préjuger en rien, d'ailleurs, relativement à la proportion respective de l'un ou de l'autre de ces deux corps contenue dans la liqueur.

D'après cette donnée, il a dressé avec beaucoup de soin, d'après des expériences directes faites sur des brassins de différentes sortes de bières, un tableau indicateur des valeurs du moût à différentes densités. Ce tableau indicateur a été établi pour la température moyenne de 15 degrés centigrades, à laquelle le brasseur devra toujours avoir soin de ramener le moût dont il aurait à faire l'essai, en le trempant dans l'eau froide et au moyen d'un thermomètre.

Dans la certitude que ce document est susceptible de rendre les meilleurs services à la brasserie, et que l'on peut ajouter toute confiance aux chiffres qui y sont contenus, nous n'hésitons pas à en reproduire les indications essentielles, et d'après lesquelles, à l'aide d'une simple pesée aréométrique, il est possible de déterminer le poids de l'hectolitre d'un moût, le poids de l'extrait contenu dans un hectolitre de ce moût, enfin la valeur pondérale de l'extrait en centièmes.

TABLEAU INDICATEUR DES VALEURS DU MOUT DE BIÈRE
POUR DIVERS DEGRÉS ARÉOMÉTRIQUES

Degrés de Baumé à 15° cent.	Poids de l'hectol. de moût.	Poids de l'extrait par hectolitre.	Poids de l'extrait en centièmes.
1°	100k.68	1k.41	1.40
2°	101 405	2 92	2.88
3°	102 11	4 58	4.48
4°	102 81	6 43	6.25
5°	103 51	8 24	7.96
6°	104 22	10 19	9.78
7°	104 93	12 56	11.49
8°	105 64	13 925	13.18
9°	106 36	15 91	14.96
10°	107 18	17 74	16.55
11°	107 865	19 964	18.36
12°	108 65	21 904	20.16
13°	109 36	23 884	21.84
14°	110 20	25 877	23.50
15°	111 00	27 97	25.20

Rien n'est plus facile que de se servir des indications de ce tableau, soit que l'on emploie l'aréomètre de Baumé ou le densimètre centésimal. Si nous plongeons, en effet, l'instrument de Baumé dans un moût et que nous trouvions, à 15 degrés de température, le chiffre 10 degrés, ce chiffre répond à une densité centésimale de 1,071.8 qui sera accusée par le densimètre, c'est-à-dire que le poids du litre (décimètre cube) de moût, sera de 1,071 gr. 8. La liqueur renferme 17 kil. 74 d'extrait par hectolitre ou 177 gr. 4 par litre ; enfin, 100 parties pondérales de ce moût contiendront 16.35 parties d'extrait et 83.45 d'eau.

Si l'indication est fractionnée, comme 10°5 par exemple, il n'y a qu'un calcul très simple à exécuter. La différence entre la valeur de 10 degrés Baumé et celle de 11 degrés, égale la densité 107.865—107.18 =0.685, dont les 5/10es=0.3425. La densité relative à 10°5 égalera donc 107.18+0.3425=107.5225, en sorte que l'hectolitre de moût à 10°5 Baumé pèsera 107 kil. 5225 et le litre 1.075225. Par une opération semblable, on trouve que le poids de l'extrait par hectolitre égale 18.852, et que la valeur centésimale est de 17.455, c'est-à-dire que 100 grammes de ce moût à 10°5 Baumé renferment 17 gr. 455 d'extrait et 82 gr. 545 d'eau.

Rien de plus facile, comme on le voit, que d'apprécier par ce procédé la valeur d'un moût en extrait.

On se sert encore, depuis quelques années surtout,

de la balance Westphal, pour obtenir la densité des moûts.

Ceux qui veulent faire la dépense de cet instrument trouveront, en l'employant, des indications plus sûres et presque aussi rapides qu'au moyen des aréomètres. Mais nous répétons que ces derniers sont très suffisants pour l'usage courant des brasseries.

Il arrive souvent que le moût, après la durée habituelle de cuisson, ne possède pas la densité que le brasseur s'était proposé de lui donner. La densité peut être trop forte ou trop faible. Quand on travaille avec une seule chaudière à moût, la correction est facile à faire : si la densité est trop forte, on n'a qu'à ajouter la quantité nécessaire d'eau. Ce cas se présente rarement ; ordinairement, elle est trop faible, parce que l'on a poussé trop loin les lavages. Il faut alors continuer l'ébullition jusqu'à ce que le moût soit ramené à la densité voulue. Mais si on se trouve dans la nécessité de devoir cuire le moût dans deux chaudières, il faut se livrer à un calcul pour trouver le nombre de litres à évaporer.

Supposons, pour fixer les idées, qu'on désire obtenir un moût à 1.063 de densité. Dans la première chaudière il y a 35 hectol. 2 de moût à 1.064 de densité, après refroidissement bien entendu, et dans la seconde 36 hectolitres de moût à 1.0417 de densité. De combien faut-il réduire le volume des 36 hectolitres pour arriver à la densité voulue ?

35 hectol. 2 à 1.064 de densité donnent, d'unités de densité . . . . . 35.2×64 = 2252.8
36 hectolitres à 1.047. . . 36×41.7 = 1501.2

Soit : 3754.0

En divisant ce nombre par les 63 unités dont la densité du moût à obtenir dépasse celle de l'eau, on a 59.57. Ce nombre représente celui des hectolitres de moût qui doivent rester après l'ébullition. Mais comme il y en a 35.2 pour lesquels il n'y a pas de réduction possible, il faut prolonger l'ébullition du moût de la deuxième chaudière jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que 59.57 — 35.20 = 24.37 hectolitres. Donc il faut évaporer 36 — 24.37 = 11.63 hectolitres.

Dosage du sucre. — La détermination de l'extrait nous a permis d'établir approximativement la quotité de maltose et de dextrine contenue dans le moût. Mais nous savons que ces deux éléments y peuvent être renfermés en proportions très variables et desquelles dépendra, en fin de compte, la qualité de la bière, qui sera plus ou moins alcoolisée ou plus ou moins dextrinée, suivant que le sucre ou la dextrine y dominera.

Il est donc très essentiel pour le brasseur de déterminer ces proportions aussi exactement que possible.

Le dosage chimique du sucre se fait au moyen d'une liqueur préparée d'après la formule publiée

jadis par M. Bareswill et modifiée depuis par M. Fehling. Le principe de ce mode d'analyse est basé sur cette donnée que quand on verse une solution alcaline de cuivre dans une liqueur glucosique, l'oxyde de cuivre est réduit à l'état d'oxydule rouge et proportionnellement à la quantité de glucose contenue dans la solution examinée.

Voici comment on obtient la liqueur de Fehling, que l'on peut, d'ailleurs, pour plus de sûreté, demander à un chimiste.

On prépare une première dissolution composée de :

34 gr. 64 sulfate de cuivre sec et pur,

140 grammes eau distillée.

Puis une seconde dissolution renfermant :

187 grammes tartrate de soude et de potasse (sel de Seignette pur),

500 centimètres cubes (1/2 litres) lessive de soude caustique à 24 degrés Baumé.

On mélange les deux dissolutions et l'on complète, avec de l'eau distillée, le volume d'un litre à la température de 15 degrés centigrades.

Ainsi composée, cette liqueur bleue est telle que 10 centimètres cubes sont décolorés par 0 gr. 05 de glucose ou 0 gr. 0475 de sucre de canne ; aussi est-ce en mesurant le volume de liquide sucré qu'il faut verser dans 10 centimètres cubes de cette liqueur bleue, pour obtenir la décoloration, qu'on détermine la richesse saccharine du liquide expérimenté, étant

donné que ce volume contient exactement 5 centigrammes de glucose, quand les 10 centimètres cubes de la liqueur de Fehling sont décolorés.

Ceci exposé, on mesure au moyen d'une pipette (fig. 16), 10 centimètres cubes du moût à essayer,

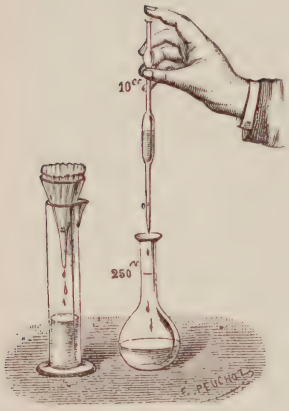


Fig. 16.

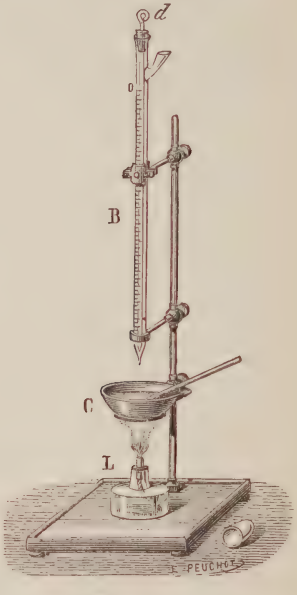


Fig. 17.

qu'on verse dans un ballon dont le col porte un trait gravé représentant la capacité de 100 centimètres cubes; on remplit le ballon jusqu'au trait avec de l'eau, on agite en retournant le ballon sens dessus

dessous, après en avoir fermé le col avec le doigt, et l'on obtient ainsi un liquide contenant 10 fois moins de sucre que le moût.

On remplit la burette B (fig. 17), jusqu'à la division *o*, avec le moût ainsi étendu d'eau; on verse dans la capsule de porcelaine C[1], reposant sur l'anneau de support, 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling, exactement mesurés au moyen d'une pipette; on y ajoute une quantité à peu près égale d'eau distillée ainsi que deux ou trois pastilles de potasse caustique; on allume la lampe L et on chauffe la capsule jusqu'à ce que la liqueur bleue entre en ébullition. A ce moment, on tourne légèrement la clef *d* de la burette et on laisse couler goutte à goutte le liquide sucré dans la capsule.

La liqueur bleue ne tarde pas à changer d'apparence; sous l'action du sucre, il se forme un nuage verdâtre d'abord, puis jaune-orangé, qui se précipite ensuite à l'état d'oxydule de cuivre, sous forme de poudre rouge. En agitant le mélange au moyen d'une baguette de verre, on remarque bientôt que la couleur bleue, laissant voir par transparence le fond rougi de la capsule, paraît violacée; si l'on éloigne la lampe pendant quelques instants pour faire cesser l'ébullition, le précipité rouge se rassemble au fond

[1] On peut se procurer tous ces instruments, en même temps que les produits chimiques nécessaires, chez M. Salleron, M. Dujardin, successeur, rue Pavée-au-Marais, n° 24, à Paris.

de la capsule; on peut voir alors que la couche de liquide qui touche le contour de la capsule conserve une couleur bleue, mais beaucoup plus claire. On verse de nouveau quelques gouttes du liquide sucré, en ayant soin de faire bouillir le liquide et en agitant avec la baguette de verre; on remarque enfin, après quelques instants de repos, que la teinte bleue disparaît complètement.

La disparition complète de toute couleur bleue constituant le terme de l'opération, doit être saisie avec une grande exactitude; il importe dès lors, non seulement de l'atteindre entièrement mais aussi de ne pas le dépasser; il ne faut donc verser les dernières gouttes de liquide sucré qu'avec précaution, en vérifiant, après chaque addition, l'apparence de la capsule. On constate la fin de l'opération quand les contours de la capsule, ayant perdu toute nuance bleuâtre, sont incolores et n'ont pas atteint une couleur jaune-clair d'abord, puis jaune d'or, car il ne faut jamais pousser jusqu'à la couleur jaune, même la plus claire. Ajoutons que l'opération doit être conduite assez lestement : il ne faut pas trop attendre entre chaque addition de liqueur sucrée, ni interrompre trop longtemps l'ébullition, car, en se refroidissant, le mélange contenu dans la capsule peut redissoudre du cuivre et reprendre une coloration bleuâtre qui fausserait le résultat de l'opération.

On note, sur la division de la burette B, le volume

de liquide sucré qu'il a fallu verser dans la capsule, pour obtenir la décoloration des 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling ; supposons que ce soit 17.9.

Sachant que 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling correspondent à 0 gr. 05, ou 0 c. c. 05 de glucose, nous aurons à résoudre la proportion suivante :

$$0.10 : 0.05 :: 0.179 : x$$

d'où : $$x = 2.79.$$

Ce qui veut dire que le liquide sucré qu'on a versé dans la capsule contient 2 grammes et 79 centigrammes de glucose par litre. Mais nous nous rappelons que ce liquide est dix fois moins sucré que le moût, puisque ce dernier a été étendu de dix fois son volume d'eau ; par suite, il faut multiplier 2.79 par 10, ce qui donne 27 gr. 90 pour le poids du glucose contenu dans un litre de ce moût.

L'hectolitre du moût en question contiendra donc 2 kil. 790 de glucose. Or, par la fermentation, 1 kilogramme de sucre de raisin ou glucose fournit 0 litre 590 d'alcool au lieu de 0.610 que donne la théorie ; ce chiffre de 0.590 correspond à 1,700 grammes de sucre de raisin, pour 1 litre d'alcool pur [1]. Il s'ensuit que ce moût, après fermentation, donnera une bière dont la richesse alcoolique en centièmes sera de $2.790 \times 0.590 = 1.646$, proportion bien infime, que le

[1] Salleron.

brasseur aura intérêt à élever par une addition de glucose à son moût, ainsi que nous le verrons ultérieurement.

Recherche de la dextrine. — Lorsque l'on connaît la richesse saccharine du moût, déterminée comme nous venons de l'expliquer, rien n'est plus simple que de calculer la proportion de dextrine contenue dans ce même moût.

Pour cela, il suffit de transformer cette dextrine en glucose, résultat auquel on arrive facilement en faisant bouillir le moût avec une petite quantité d'acide chlorhydrique; après quoi on procède à un second dosage du glucose contenu dans ce moût, et la différence entre la quantité trouvée dans cette seconde analyse et celle que l'on avait obtenue dans la première, indique la proportion de dextrine, en tenant compte de ce fait que 9 parties de dextrine donnent 10 parties de glucose.

Voici, d'ailleurs, le mode opératoire :

On mesure exactement dans une burette graduée 50 centimètres cubes de moût auquel on ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. On porte alors la burette bien scellée contenant ce mélange dans un bain d'huile, et l'on chauffe pendant quatre heures, de 120 à 150 degrés.

Au bout de ce temps, toute la dextrine est transformée en glucose ; on neutralise alors l'acide au moyen d'eau de baryte, on filtre et on dose ensuite le glucose

contenu dans le liquide, au moyen de la liqueur de Fehling, dans les mêmes conditions que celles que nous avons spécifiées plus haut.

Soit le moût dont nous avons précédemment fait l'analyse et qui nous a donné 2 kilogr. 790 de glucose par hectolitre, accusant après le second dosage 7.85 en glucose ; la différence 5.060 représente la proportion de dextrine contenue dans ce moût. Mais nous avons dit que 9 parties de dextrine correspondent à 10 parties de glucose ; dans ces conditions, la proportion de dextrine sera, en réalité, de $5.060 \times 0.9 = 4.554$.

Dosage de la dextrine par la lumière polarisée. — Le dosage de la dextrine se pratique également au moyen de la lumière polarisée et à l'aide d'un instrument dénommé *polarimètre* ou *saccharimètre*, sorte de lunette aménagée de telle sorte que son rayon lumineux, étant dirigé sur un foyer incandescent, modifie un plan d'observation placé dans l'appareil, si ce rayon traverse une solution dextrinée.

Mais outre que ces sortes d'appareils sont d'un prix relativement élevé, ils ne donnent pas toujours, à notre sens, des indications assez précises pour que nous ne leur préférions pas celles fournies par le procédé de dosage au moyen de la liqueur de Fehling.

Quoi qu'il en soit, l'emploi du polarimètre est relativement facile pour qui veut y apporter quelque attention ; les résultats de l'analyse à l'aide de ce

procédé, sont, surtout, assez rapides. Mais chaque instrument de ce genre, livré par le constructeur, étant accompagné d'une notice explicative pour sa manipulation, nous croyons inutile d'entrer dans les détails de fonctionnement de ces appareils qui offrent une grande variété, suivant les maisons auxquelles on s'adresse pour se les procurer.

CHAPITRE IX

La fermentation : historique ; conditions nécessaires à la fermentation. — Les levûres. — Les levûres de bière. — Les ferments de maladie : *bacterium termo ;* ferment lactique, ferment acétique ; vibrions. — Purification de la levûre. — Les ballons Pasteur.

La fermentation.

Historique. — La fermentation est un phénomène chimico-physiologique et non une réaction purement chimique ; elle résulte de l'action, diversement appréciée, d'un organisme miscroscopique appelé *ferment*, sur le *sucre interverti.*

Le phénomène de la fermentation était connu dans l'antiquité, mais la nature des ferments, leur mode d'action étaient ignorés. Ce n'est guère qu'en 1680 que Leuvenhœck, grâce à l'emploi du microscope, parvint à étudier la vie du ferment et à le classer parmi les végétaux. C'était là, assurément, le premier pas engagé dans cette voie. Lavoisier contribua beaucoup à éclaircir définitivement ce phénomène ; voici

comment il envisageait la fermentation alcoolique ou vineuse :

« Les effets de la fermentation vineuse se réduisent à séparer en deux portions le sucre qui est un oxyde, à oxygéner l'une aux dépens de l'autre pour former de l'acide carbonique, à désoxygéner l'autre en faveur de la première pour en former une substance combustible qui est l'alcool ; en sorte que s'il était possible de recombiner ces deux substances, l'alcool et l'acide carbonique, on reformerait du sucre. Il est à remarquer au surplus, que l'hydrogène et le carbone ne sont pas à l'état d'huile dans l'alcool ; ils sont combinés avec une portion d'oxygène qui les rend miscibles dans l'eau. Les trois principes, l'oxygène, l'hydrogène et le carbone, sont donc ici dans une espèce d'état d'équilibre ; en effet, en les faisant passer à travers un tube de verre ou de porcelaine rougi au feu, on les recombine deux à deux et on retrouve de l'eau, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et du carbone.

Le principe de la fermentation était donc nettement établi à cette époque. Fabroni, en 1799, pousse plus loin ses théories ; il compare la levûre au gluten ; il considère la matière qui décompose le sucre comme une substance végéto-animale qui siège dans des utricules particulières, dans le blé comme dans le raisin.

En 1813, Thénard pose les principes suivants :

1° Que la levûre ou ferment est une matière azotée donnant beaucoup d'ammoniaque à la distillation;

2° Que la levûre ou ferment perd son azote pendant l'acte de la transformation, et finit par se transformer en produits solubles.

Douze ans plus tard, il s'exprime ainsi :

« La fermentation est un mouvement spontané qui s'excite dans les corps et qui donne naissance à des produits qui n'y existaient pas. »

Wurtz est déjà beaucoup plus explicite sur la nature de la fermentation, qu'il définit : « une réaction chimique dans laquelle un composé organique (la matière fermentiscible) se modifie dans un sens déterminé, sous l'influence d'un autre composé organique (la levûre) qui ne fournit rien de sa propre substance aux produits de la réaction, ceux-ci étant formés uniquement aux dépens de la matière fermentescible. Il en résulte qu'une quantité relativement très petite de ferment peut opérer la transformation d'une quantité considérable du premier corps ».

Cette définition, quoique un peu vague, indique déjà une certaine netteté dans la conception de l'acte de la fermentation.

Il était réservé à Pasteur de lever les incertitudes qui régnaient encore sur de nombreux points de détail et de définir exactement la nature de la fermentation, celle du ferment et les lois auxquelles il obéit. Ce savant démontra que la fermentation alcoolique

ne peut être produite que par des organismes vivants; il établit d'une façon indiscutable la nature végétale de la levûre, détermina son mode d'alimentation, de croissance, de prolifération, et il fixa les divers produits résultant de la fermentation du sucre sous l'action des différentes espèces de levure.

Voici, en résumé, les principes qui se dégagent des travaux de l'illustre savant :

1° Il est hors de doute que la levûre est une plante qui vit, est organisée à la façon des plantes, et se nourrit d'après les mêmes lois que celles-ci;

2° La levûre exige des aliments à la fois azotés et minéraux; les plus importants de ces derniers sont les sels de potasse et les phosphates;

3° La transformation, par la levure, du sucre en alcool et en acide carbonique, n'est pas intégrale : elle ne s'opère que dans la proportion de 94 à 95 p. 100, les 5 à 6 p. 100 restants sont transformés en acide succinique (0.7 p. 100), en glycérine (3.5 p. 100), en acides volatils, matières grasses, etc.

4° L'acide succinique et la glycérine sont des produits normaux de la fermentation alcoolique;

5° La levûre a besoin, pour se multiplier, de la présence de l'oxygène; cette multiplication est moins active à l'abri de l'air, mais son énergie transformatrice augmente. La croissance et la multiplication de la levure sont des phénomènes inséparables de la fermentation;

6° Les autres fermentations (car il y en a d'autres en dehors de la fermentation alcoolique), telles que les fermentations butyrique, lactique, etc., sont produites par des ferments spéciaux, organisés, qui se développent parfois simultanément avec la fermentation alcoolique, dans les liquides sucrés, lorsqu'ils y trouvent un milieu favorable à leur développement.

Tels sont, en résumé, les principaux résultats des études de Pasteur, études qui ont exercé une influence considérable sur le développement des industries de fermentation, tant en France qu'à l'étranger.

Conditions nécessaires à la fermentation alcoolique. — Le ferment, comme tous les êtres animés, a besoin, pour vivre et se multiplier, d'un certain nombre de corps. Le sucre est son principal aliment; mais le liquide dans lequel il se développe doit renfermer, en outre, des acides, des sels de potasse et de chaux, des phosphates et des principes azotés.

Ces corps se trouvent généralement contenus dans les matières mises en œuvre, mais il peut arriver que quelques-uns d'entre eux n'y soient pas en assez grande proportion pour y assurer une fermentation rapide et régulière. Il est alors nécessaire de rétablir l'équilibre en ajoutant les principes qui manquent au moût.

Par contre, la présence d'un excès de certains corps dans le liquide en fermentation, peut nuire et s'oppo-

ser à son complet achèvement. Le sucre et l'alcool sont de ce nombre. C'est pour cela qu'un moût très riche en sucre ne peut fermenter complètement, car l'action du ferment est paralysée par la trop forte proportion de sucre. Si le moût n'a que 15 degrés, la transformation du sucre s'opère d'abord sans difficulté, mais avant qu'il se soit complètement transformé la proportion d'alcool empêche le ferment de fonctionner régulièrement ; comme dans le premier cas, la fermentation est incomplète.

L'air n'est pas indispensable à la fermentation alcoolique, et on peut obtenir cette dernière dans des vases entièrement clos. Toutefois, l'aération des moûts en fermentation active la vie du ferment et la transformation du sucre en alcool.

Le ferment alcoolique, comme tous les organismes, est sous la dépendance directe de la température.

Au-dessous de 4 à 5 degrés, toute fermentation est languissante, les ferments ne meurent pas, mais ils sont engourdis et ne fonctionnent guère. En élevant légèrement la température, ils se réveillent et leur activité augmente jusqu'à 20 degrés. Ils se maintiennent dans de bonnes conditions jusqu'à 25 degrés et même 30 degrés, mais à partir de ce moment leur vigueur diminue, et au-dessus de 40 degrés et surtout à 45 degrés, la fermentation s'arrête avant que le sucre soit complètement transformé.

Quand la fermentation est très lente, la tempéra-

ture du moût est sensiblement égale à celle de l'air ambiant; mais comme la transformation du sucre produit une certaine quantité de chaleur, la différence tend à s'accuser de plus en plus, à mesure que l'activité des ferments devient plus grande.

La production de l'acide carbonique qui s'échappe de la cuve est en raison directe de l'activité du ferment. Lorsque la température dépasse 30 degrés, il entraîne avec lui une certaine quantité d'alcool et de principes volatiles. Cette perte et la non-transformation du sucre déterminent une diminution de rendement alcoolique, parfois assez considérable.

Le liquide, après la fermentation, a perdu sa saveur sucrée et a pris un goût alcoolique. Ce changement est dû au sucre qui s'est transformé en alcool.

D'autres modifications importantes se produisent pendant le phénomène de la fermentation. Le sucre, en se décomposant, donne naissance, en plus de l'alcool, à divers autres corps, dont principalement la glycérine et l'acide succinique.

Les levûres.

La levûre de bière. — Dans tout liquide sucré, contenant des traces de sels ammoniacaux et de phosphate nécessaires à la nourriture du ferment, on peut développer la fermentation alcoolique, pour peu que l'on y introduise une parcelle, si minime qu'elle soit, de la masse plastique qui se dépose au fond des cuves

où se manifeste la fermentation du vin ou de la bière. Dans cette matière, en effet, existe toujours une certaine proportion de cellules qui constituent la levûre. De même aussi, la fermentation s'établit lorsqu'une semence de levûre tombe dans un milieu contenant du sucre, des matières azotées et des sels minéraux, car l'air atmosphérique contient en suspension les germes d'un grand nombre de ferments.

Il faut, en outre, pour que la fermentation s'établisse, de l'eau en quantité convenable et une température déterminée.

La levûre est donc un ferment, un être organisé, formé de globules de formes particulières, jouissant de la vie, tout comme les moisissures, les algues et autres cryptogames. Les globules de levûre sont des cellules, et la levûre elle-même est un végétal. Ce végétal, dans un liquide sucré, rencontre toutes les conditions désirables de développement et de multiplication, enfin de mort lorsque la fermentation est achevée. C'est en raison de ce fait et de ceux qui précèdent, qu'une levûre, dans une solution de sucre pur, ne contenant pas d'autres sels, ne peut pas, après être arrivée à la fin de sa végétation, avoir produit de nouvelle levûre.

Mais la levûre est une plante, elle provient nécessairement d'un germe, puisqu'il est dûment démontré que la génération spontanée est une utopie; aussi la fermentation ne peut-elle se développer et agir dans

aucune liqueur, si on n'y a ajouté de la levûre ou si l'air atmosphérique n'en a apporté. Si le moût de raisin entre en fermentation sans qu'on ait eu besoin d'y ajouter de la levûre, c'est que les germes de celle-ci existent sur la surface des grappes. D'ailleurs, la présence constante des spores dans l'air n'est plus à mettre en doute.

La levûre est une substance grise ou jaunâtre, écumeuse, formée d'un liquide dans lequel nagent des cellules arrondies ou ellipsoïdales. Elle a une odeur caractéristique agréable, une saveur un peu âcre et une réaction acide.

En enlevant la partie liquide par des lavages, il reste une poudre fine, formée de globules mesurant au plus 0.01 millimètre de diamètre, accolés, formant des groupes plus ou moins étendus.

La levûre est constituée, au point de vue chimique, par les éléments suivants :

Carbone.	44	à	50 %	
Hydrogène	6	à	7.16	
Azote	9.25	à	12	
Oxygène.	35.08			
Soufre.	0.06			
Chaux.	1	à	4	
Acide phosphorique .	53	à	59	cendres.
Magnésie.	6	à	8	
Potasse	28	à	40	

Séchée à 100 degrés, la levûre fonctionne encore, mais, chauffée à l'ébullition avec le liquide dans lequel elle est en suspension, elle devient inactive.

Les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, arrêtent son action; il en est de même des alcalis tant qu'ils ne sont pas neutralisés. Quant aux acides organiques, à moins qu'ils ne soient très concentrés et rès abondants, ils sont plutôt favorables à la fermentation.

L'acide cyanhydrique, l'alcool concentré, la créosote, les huiles essentielles, arrêtent la fermentation.

Le végétal qui constitue la levûre de bière a reçu le nom de *mycoderma cerevisiæ*.

100 parties de sucre donnent 105 parties 65 de glucose, qui, d'après Pasteur, fournissent après la fermentation :

Alcool	51.10
Acide carbonique.	49.20
Acide succinique.	0.65
Glycérine	3.40
Sucre non absorbé par la levûre, matières grasses, etc. . .	1.30
Total. . .	105.65

Par la fermentation, le sucre se transforme donc non seulement en alcool et en acide carbonique, mais encore en une certaine proportion d'autres

corps qui constituent des impuretés de fermentation, spéciales à chaque espèce de matière première employée et dont l'ensemble forme le bouquet dans les eaux-de-vie et les boissons fermentées.

Les fermentations, fait observer M. Horsin-Déon, s'opèrent dans des liquides de composition variable. On y trouve, outre le glucose, beaucoup de substances extractives qui jouent un rôle dans la fermentation et qui donnent naissance à des éthers, à d'autres alcools, à des huiles essentielles, etc. De plus, d'autres ferments peuvent surgir, au commencement, pendant le cours ou à la fin de l'opération, et donner naissance à des acides lactiques et butyriques, en sorte qu'un moût fermenté est un liquide de composition très complexe. Il est à remarquer que jamais des fermentations différentes ne sont en pleine activité ensemble, en sorte que quand la fermentation alcoolique prend le dessus elle étouffe les autres ferments.

La quantité de levûre à ajouter à un moût, pour le mettre en fermentation, varie quelque peu avec les conditions du travail. D'ailleurs, les levûres elles-mêmes sont plus ou moins actives.

Pour se faire une idée de la puissance d'une levûre et de sa qualité, on peut l'essayer sur une petite quantité d'eau sucrée : si la fermentation se manifeste, si elle est vive et s'il se dégage une odeur agréable, la levûre est bonne. Mais, si, au contraire,

la fermentation se déclare lentement, répandant une odeur butyrique ou lactique, la levûre doit être rejetée.

Il est évident que plus une levûre sera active, plus rapidement elle déterminera la fermentation, et l'accomplira intégralement. Si, dès lors, on veut expérimenter la valeur comparative de deux levûres, il suffit de mettre le même poids de chacune d'elles dans deux aréomètres, d'y ajouter la même quantité de solution sucrée, de plonger les deux instruments dans le même vase d'eau. La plus ou moins grande rapidité relative de l'ascension de l'échelle graduée sera la mesure de l'activité de la levûre.

Un exemple : prendre 5 grammes de chacune des levûres à expérimenter comparativement; les délayer dans 20 centimètres cubes d'eau environ; laver, avec quelques centimètres cubes d'eau, le vase dans lequel a été opéré le délayage ; introduire chaque échantillon de levûre délayée ainsi que l'eau de lavage du vase, dans l'un des aréomètres; mettre également, dans chaque aréomètre, 50 centimètres cubes de la liqueur sucrée type ou de toute autre contenant, environ, 15 grammes de sucre pour 50 centimètres cubes (acidifier cette dernière), avec 0 gr. 20 d'acide sulfurique, puis enfin compléter le chargement goutte à goutte, avec de l'eau, jusqu'à affleurement de chaque aréomètre à 0°.

Tous ces échantillons de levûre, expérimentés avec

la même liqueur sucrée, fermentant à la même température et ayant été mis au même moment en contact avec la solution sucrée, détermineront la fermentation avec une rapidité proportionnelle à leur activité, et, après quelques heures, les aréomètres se seront plus ou moins élevés. Supposons que l'un soit à 1 degré et les autres à 2, 3, 4 degrés, on pourra en conclure que les levûres expérimentées ont une activité proportionnelle comme 1 : 2 : 3 : 4.

On peut aussi, évidemment, opérer avec le même instrument, noter heure par heure les déplacements et comparer entre eux les résultats de plusieurs opérations successives ; mais il est toujours préférable et plus commode de faire des opérations simultanées dans plusieurs aréomètres plongeant dans la même eau. Dans ces conditions absolument identiques de température, les résultats comparatifs sont plus exacts et d'une bien plus facile lecture.

Les levûres de bière.

De toutes les opérations du brassage, celle de la fermentation est à coup sûr la plus importante, parce que le goût de la bière dépend en majeure partie des conditions dans lesquelles cette opération s'effectue, et parce que le moût, à cette phase de la fabrication, est particulièrement sujet à subir des changements fâcheux auxquels il est bien difficile de remédier dans la suite.

On distingue en brasserie deux sortes principales de levûres : 1° la *levûre haute ordinaire,* ou *saccharomyces cerevisiæ.* Les caractères distinctifs de cette levûre sont : un diamètre un peu plus grand des cellules, un aspect général un peu plus globuleux, et, lorsque les cellules sont en voie de multiplication, un mode de bourgeonnement très rameux. Dans l'eau sucrée, le bourgeonnement des cellules est bien moins actif, on ne rencontre pas de groupes de cellules rameuses. Le bourgeonnement existe pourtant chez un grand nombre, mais il est limité à un ou deux bourgeons en plus. Cette levûre se développe beaucoup plus que toute autre variété, et pour une même quantité de moût le poids de la levûre haute est plus considérable que pour toutes les autres levûres. Elle est aussi plus plastique et elle se détache en grumeaux difficiles à délayer quand on l'agite ;

2° *La levûre basse ordinaire,* appartenant également à la série des *saccharomyces cerevisiæ.* L'aspect de la levûre basse se distingue tout d'abord, quoique d'une manière peu accusée, de la levûre haute, par un peu moins de grosseur et moins de rondeur, de sphéricité dans les cellules. Cependant, ces différences échapperaient à un œil peu exercé. Les cellules, qu'elles soient épuisées ou non, sont toujours disjointes ; tout au plus les trouve-t-on accouplées deux à deux ; mais, pendant la multiplication, le bourgeonnement est moins rameux que dans le cas de la levûre haute. La

levûre basse produit une bière d'un cachet différent de celui de la bière obtenue par la levûre haute.

Ces deux sortes de levûre, suivant que l'on emploie l'une ou l'autre, donnent lieu à deux genres bien différents de fermentation : 1° la fermentation haute, qui se fait à la température de 10 à 12 degrés au minimum et que l'on porte même jusqu'à 15, 18, 20 et 22 degrés dans certaines brasseries ; 2° la fermentation basse, qui s'établit sur des moûts dont la température a été préalablement abaissée de 5 à 7 degrés.

Les deux procédés de fermentation ne se distinguent pas seulement par la différence de température initiale à laquelle on soumet le moût. La distinction repose surtout dans la nature des phénomènes qui se manifestent au sein de la masse liquide, sous l'influence des ferments.

Dans la première méthode, les cellules de la levûre, groupées ensemble, sont soulevées par l'acide carbonique qui se dégage en grande quantité, et montent à la surface du liquide où elles forment une couche mousseuse ; dans la seconde méthode, au contraire, les cellules de levûre restent plus isolées, le gaz acide carbonique se dégage moins activement et a moins d'action sur elles, de sorte qu'elles se maintiennent an fond des cuves de fermentation. De là les expressions de fermentation par en haut et de fermentation par en bas ou par dépôt, pour distinguer les deux procédés.

Autrefois, on ne traitait les moûts que par la fermentation haute, et aujourd'hui même, en Angleterre, de même que dans nombre de brasseries françaises, à Lyon notamment, c'est à cette seule méthode que l'on a recours.

Le procédé de fermentation par le bas a pris naissance en Bavière, et il s'est propagé, il faut le reconnaître, avec une grande rapidité, en raison de certains avantages qu'il présente et malgré les frais plus considérables qu'il impose par suite de la consommation beaucoup plus grande de glace qu'il nécessite, malgré aussi le retard qu'il fait subir aux brasseurs dans la livraison de leurs produits qui demandent un temps bien plus long, par cette méthode, pour acquérir les qualités exigées par les consommateurs, et qui immobilisent ainsi les capitaux.

« Le principal avantage du travail à basse température, dit M. Pasteur, consiste en ce que la bière basse est moins altérable, moins sujette à contracter des maladies que la bière haute, surtout pendant son séjour dans la brasserie, circonstance qui place le brasseur dans des conditions industrielles bien supérieures à ce qu'elles étaient autrefois. Par l'emploi de la glace, le brasseur peut fabriquer en hiver ou au commencement du printemps, pour livrer en été à la consommation. La fabrication à haute température, au contraire, donne des bières qui doivent être con-

sommées rapidement. Le brasseur est donc tenu de fabriquer au fur et à mesure de la consommation, laquelle est variable avec l'état de l'atmosphère. Ce sont là des conditions très défectueuses, commercialement parlant. L'industrie a besoin de plus de stabilité et d'uniformité, soit dans la production, soit dans l'écoulement de ses marchandises. La bière basse pouvant être fabriquée en grande quantité, à une époque, pour être livrée dans une autre, suivant les besoins, permet d'obvier à ces inconvénients. Mais comment donc, de l'emploi de la glace et d'un levain agissant à une température basse, a-t-on pu tirer ces avantages et cette meilleure conservation? Par cette raison que tous les ferments de maladie susceptibles de modifier la nature d'un liquide fermentescible, apparaissent difficilement au-dessous de 10 degrés, et qu'à cette température leurs germes commencent à devenir inertes. C'est à ce simple fait de physiologie végétale qu'il faut attribuer principalement l'usage du froid dans les brasseries. »

Quand nous aurons ajouté que la méthode de fermentation haute correspond au procédé de traitement des moûts par *infusion,* et que la fermentation basse ou par dépôt s'applique aux moûts obtenus par *décoction,* nous n'aurons plus qu'à entrer dans le détail du mode opératoire afférent à l'une et à l'autre de ces deux méthodes.

Les ferments de maladie.

Nous croyons toutefois, au préalable, devoir dire quelques mots des ferments de maladie, contre lesquels le brasseur ne saurait trop se mettre en garde, à raison des conséquences redoutables qui peuvent résulter de leur présence dans un liquide aussi complexe et aussi favorable à leur multiplication que l'est la bière.

Les ferments de maladie qu'on trouve le plus souvent dans la bière sont : le *bacterium termo,* les ferments *lactiques* et *visqueux*. On rencontre plus rarement les vibrions de la fermentation *butyrique*[1].

Bacterium termo. — Ce sont des bâtonnets minces, de longueurs différentes, accouplés souvent par leurs extrémités. Dans leur existence active, ils sont extrêmement mobiles, traversent rapidement le champ microscopique, d'une espèce de mouvement sinueux. Ils sont, avec les vibrions, les agents de la putréfaction. Peu de levûres commerciales en sont tout à fait exemptes; malheureusement, ils pullulent trop souvent dans la levûre de brasserie ou dans les dépôts du fond des cuves à fermentation. Ils se développent le mieux à la température de 26 à 32 degrés centigrades. On peut restreindre leur nombre en consacrant aux

[1] *Manuel de Brasserie*, par Hooper.

ustensiles de brasserie les soins les plus méticuleux de propreté, et encore mieux en se servant de levûre purifiée, en la traitant de telle manière et en la soumettant si fréquemment à l'examen microscopique, que toute cause de contamination soit promptement découverte et éliminée, ou qu'on puisse changer de levain en temps opportun.

Ferment lactique. — Il est constitué de cellules elliptiques très petites, rétrécies en leur milieu, ayant la forme d'un 8, sans que les parties rétrécies soient en contact. Elles sont généralement isolées, souvent réunies en chaînes de deux ou trois. La température la plus favorable à son développement paraît être 35 degrés centigrades; il préfère les milieux neutres ou légèrement alcalins.

Ferment acétique. — A un grossissement plus faible que 400 diamètres, il apparaît sous le microscope comme des bâtonnets courts, ressemblant au *bacterium,* mais ils sont moins longs, moins épais et immobiles; à un grossissement plus fort, on reconnaît parfaitement les chapelets d'articles étranglés ressemblant au ferment lactique. Il se développe le mieux aux températures de 20 à 30 degrés centigrades.

Ferment visqueux. — Ce sont des chapelets de cellules rondes extrêmement petites. Il convertit le sucre en mannite, en une gomme d'aspect dextrineux et en acide carbonique. Les deux premiers corps rendent le liquide visqueux, ce qui est l'indice de la

présence de cette bactérie. Il se répand surtout à la température de 30 degrés centigrades.

Vibrions. — Ce sont les agents principaux de la putréfaction ; ils ressemblent, par leur forme, au *bacterium,* mais ils diffèrent de lui sous quelques rapports. Les vibrions sont filiformes et généralement plus courts que le *bacterium ;* ils sont souvent réunis en chaîne d'une longueur considérable et ressemblent à des vers. Ils sont tués par l'oxygène, et ils diffèrent en ceci essentiellement du *bacterium.* Tous deux croissent à la même température, mais celle qui convient surtout au premier est d'environ 40 degrés centigrades.

Et maintenant, d'où viennent les ferments de maladie?

En toutes saisons, la poussière de l'air peut contenir non seulement des cellules de vrais *saccharomyces,* mais aussi, parmi elles, des espèces de levûre morbifère. C'est le sol des jardins fruitiers qui, à cet égard, présente le plus grand danger. La procréation de nouvelles générations de cellules a lieu en libre nature, à l'époque où les fruits juteux et doux des jardins sont mûrs, c'est-à-dire durant les mois d'août et de septembre. Durant ces mois, la poussière contient non seulement le plus grand nombre de ces cellules, mais encore un nombre relativement moindre d'individus affaiblis. Les nuages de poussière qui, durant ces mois, s'élèvent du sol en tourbillonnant

dans les jardins fruitiers, contiennent souvent une riche récolte de cellules jeunes et vigoureuses. Août et septembre peuvent donc être considérés comme les deux mois les plus dangereux pour les brasseries.

Les bacs-refroidissoirs ouverts sont la voie par laquelle, en général, les cellules pénètrent dans l'exploitation, mais parfois aussi elles peuvent forcer directement l'entrée de la cave de fermentation. Il est plus rare qu'elles aient accès à la bière dans les tonneaux de garde, mais cela peut arriver dans certaines circonstances.

Tant que le moût des bacs-refroidissoirs conservera sa température la plus élevée, les cellules de levûre seront ou tuées ou, en tout cas, entravées dans leur développement. C'est seulement quand la température baisse qu'elles peuvent commencer à bourgeonner. Le moût aéré et refroidi passant des bacs aux cuves de fermentation, des cellules de levûre vivantes peuvent se fixer aux conduits et s'y propager dans la mince couche liquide qui y reste. C'est de cette manière que peuvent se former des foyers entiers d'infection. La prochaine livraison de moût sera donc plus fortement infectée que la précédente. On voit par là combien il est important de nettoyer souvent et à fond les conduits et leurs joints ; il va de soi que la même règle concerne les bacs et les autres récipients où le liquide et appelé à séjourner.

Toutefois, ce n'est pas seulement la poussière des

jardins fruitiers qui peut introduire dans les brasseries les espèces de levûre morbifère ; une autre source d'infection est dans la lie des fûts de garde.

Même dans les brasseries dont l'exploitation est bien conduite, cette lie contient presque toujours de plus ou moins fortes doses de levûre sauvage ; si la brasserie a été ravagée par des espèces de levûre morbifère, la lie est alors particulièrement dangereuse. Auparavant, dans presque toutes les brasseries, on prenait la chose avec beaucoup d'indifférence. La lie se répandait dans la cour : sur quoi une partie de cette lie était emportée, par la chaussure des gens, directement dans la cave de fermentation. Une grande partie était desséchée, réduite en poussière, et, dans cet état, transportée par le vent dans les bacs-refroidissoirs et dans la cuve de fermentation. Aujourd'hui, dans les brasseries qui ont le souci de fabriquer de la bonne marchandise, on montre plus de prudence ; mais il n'en existe pas moins de nombreuses encore, où on néglige de prendre les précautions nécessaires.

Nous donnons plus loin, page 248 (fig. 1 à 15), un tableau représentant la configuration des différentes sortes de levûres et ferments que l'on est susceptible de rencontrer soit dans la bière faite, soit dans la liqueur destinée à devenir de la bière.

Le brasseur pourra donc, au moyen du microscope, s'assurer si ses produits ne sont pas infectés, en lui

permettant de reconnaître la levûre à la forme de la cellule.

Mais, comme l'a fait remarquer Pasteur, le moyen le plus sûr de contrôler la pureté et le caractère normal d'une levûre isolée de cette manière, est de faire fermenter dans un moût contenu dans un de ses ballons, et d'observer si les jeunes cellules ont l'aspect désiré, si la bière a le cachet voulu, et si aucun ferment de maladie ne se déclare quand le ballon est exposé pendant quelque temps à une température d'été.

Mais rien n'est mieux que le système de culture pure, que les brasseries importantes ont, aujourd'hui, adopté dans leur exploitation.

Purification de la levûre [1].

Chaque levûre spéciale produit, en décomposant le sucre du moût, une bière d'un goût particulier et distinct. Parmi ces sortes de bière, il en est de défectueuses par le goût, par l'arôme, par la limpidité. Si, dans la fabrication d'une bière par une levûre déterminée communiquant un goût très apprécié, il vient se mêler à la levûre principale une levûre étrangère donnant des produits de fermentation qui laissent à désirer, la fabrication s'en ressentira et l'on pourra

[1] *Manuel de Brasserie*, par Hooper.

croire à l'existence d'une maladie. Nos observations prouvent l'extrême importance de l'emploi des levains purs pour obtenir soit des bières franches de goût, si l'on continue à suivre les procédés actuellement en usage dans la brasserie, soit des bières de très bonne conservation, moins sujettes aux avaries, moins dépendantes des exigences commerciales actuelles, et pouvant braver impunément les conditions de développement des levûres étrangères à une bonne fabrication, ou les ferments de maladie. La grande prépondérance de la levûre ordinaire donne à la fermentation une impulsion tellement vigoureuse dans la bonne voie, que les jeunes cellules de levûres qui viennent de prendre naissance s'emparent rapidement de toutes les substances assimilables, de sorte que les ferments de maladie sont enrayés dans leur développement. Mais dès que la levûre cesse d'agir, soit qu'elle soit épuisée, soit pour tout autre motif, immédiatement les mauvais ferments commencent à se multiplier, et la rapidité avec laquelle ils s'accroissent dépend du nombre de ceux qui sont en présence et des conditions favorables dans lesquelles ils sont placés pour se propager. Il est à remarquer à ce sujet que l'huile essentielle du houblon est antiseptique, car la bière houblonnée chauffée aux températures de 60 à 70 degrés centigrades se conserve indéfiniment, tandis que le moût non houblonné chauffé aux mêmes degrés est encore sujet à des altérations.

Toutes les méthodes adoptées pour éliminer de la levûre tous les ferments de maladie agissent, plus ou moins sur la levûre elle-même, mais, en général, tous les traitements qui tuent un certain nombre de cellules de levûre et affaiblissent les autres, exercent sur les ferments de maladie une action plus destructive.

Une méthode d'une application très commode consiste à semer la levûre dans l'eau contenant 10 p. 100 de sucre et 0.1 à 0.2 p. 100 d'acide tartrique. La solution doit avoir été bouillie avant d'ajouter la levûre, la culture se fait dans les ballons Pasteur à deux tubulures, en laissant un grand espace libre pour un large accès d'air, car l'expérience prouve que les principaux ferments de maladie de la bière sont autant gênés dans leur développement par l'accès de l'air, qu'ils sont favorisés par son absence, tandis que c'est l'inverse pour les levûres alcooliques.

Une autre solution très appropriée, est un moût additionné de 1 1/2 p. 100 d'acide tartrique et de 2 à 3 p. 100 d'alcool. Des cultures successives dans ce milieu purifient la levûre à un très haut degré, mais favorisent le développement du *saccharomyces pastorianus*.

Une troisième méthode de purification peut-être même plus rapide, est la culture de la levûre dans un moût contenant, par 100 centimètres cubes, 10 à 12 gouttes d'eau phéniquée à 10 p. 100.

Enfin la levûre, spécialement la levûre basse, peut

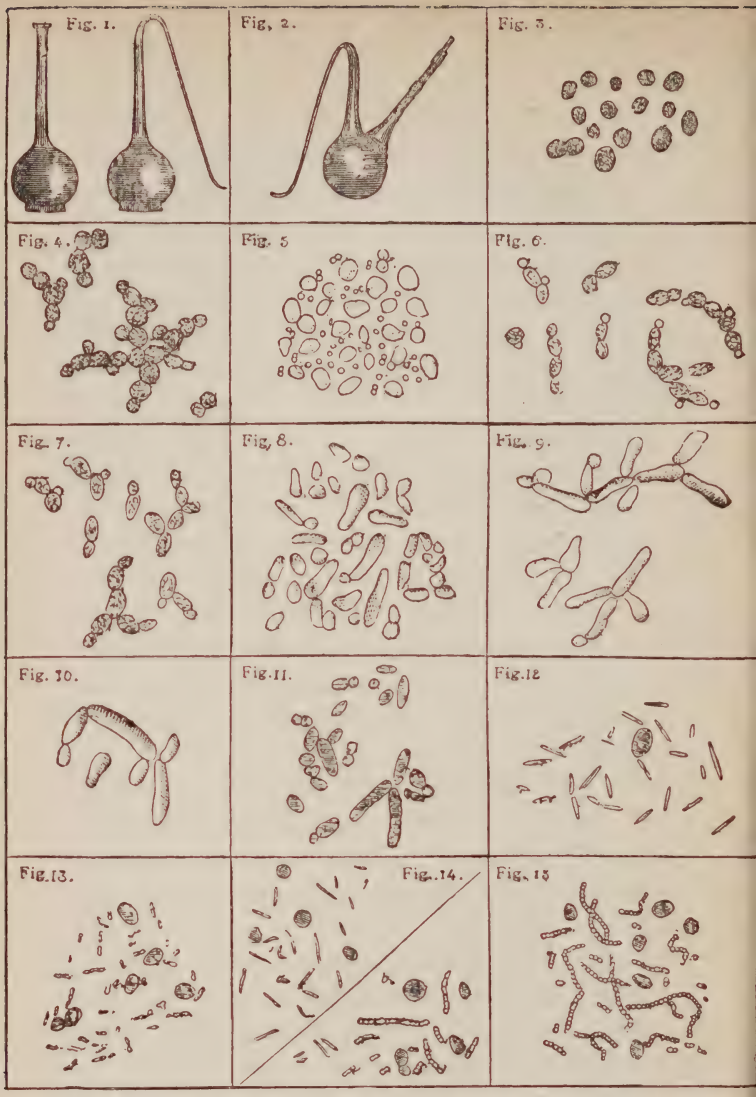


Fig. 1 et 2. flacons de Pasteur. — Fig. 3, levûre haute épuisée. — Fig. 4, levûre haute bourgeonnante. — Fig 5, levûre basse épuisée. — Fig. 6, levûre basse bourgeonnante. — Fig. 7, nouvelle levûre haute bourgeonnante. — Fig 8, levûre caséeuse épuisée. — Fig. 9, levûre caséeuse bourgeonnante. — Fig. 10, *saccharomyces pastorianus* bourgeonnant. — Fig. 11, formes isolées de *sacchoromyces pastorianus*. — Fig. 12, bactéries. — Fig. 13, ferment lactique. — Fig. 14, ferment acétique. — Fig. 15, ferment visqueux.

être purifiée en la cultivant à basse température, qui est surtout préjudiciable au développement des levûres étrangères, car elles apparaissent rarement à des températures plus basses que 10 degrés centigrades, et cessent d'être actives à cette température.

Dans tous les cas où l'on a recours à la purification de la levûre, il est important de voir si le ferment qui reste est bien celui qu'on avait l'intention d'isoler, et si ce n'est pas une autre levûre alcoolique qui a mieux résisté aux divers traitements de purification, que celle choisie comme l'objet de nos soins.

C'est par l'examen microscopique, ou mieux par expérimentation directe sur un moût fermentescible, comme nous l'avons expliqué plus haut, que le brasseur pourra s'assurer de la pureté de ses levûres.

Les ballons Pasteur.

Les ballons Pasteur, dont nous représentons la configuration aux figures 1 et 2 du tableau ci-contre, ont été imaginés par l'illustre savant pour démontrer que les liquides les plus altérables, tels que le moût de bière, le bouillon de ménage, l'urine, le moût de raisin, etc., peuvent se conserver indéfiniment intacts quand ils sont soustraits à l'influence des organismes microscopiques contenus dans l'air.

Ces ballons sont en verre; deux tubulures à long col les surmontent, dont l'une peut se fermer au

moyen d'un tube plein avec un caoutchouc, et dont l'autre est étirée à la lampe, de manière à lui donner un allongement capillaire terminé par une partie courbe.

Pour répéter l'expérience de M. Pasteur, on remplit le ballon aux trois quarts de moût de bière houblonné ou non, et on fait bouillir. La vapeur passe d'abord par le tube en caoutchouc et y détruit les germes qui pourraient s'y être fixés. Le tube est ensuite fermé avec un bouchon de verre flambé, et la vapeur, ne trouvant plus d'issue, s'élance dans le tube recourbé, d'où elle ressort en sifflant.

On laisse refroidir, en ayant soin de placer un petit tampon d'amiante, préalablement passé à la lampe, à l'extrémité du tube ouvert. Les germes charriés par l'air, qui rentrent dans le flacon, par suite du refroidissement, rencontrent le verre chaud et le liquide bouillant, et perdent ainsi leur vitalité. Le moût contenu dans un ballon rempli de cette manière, quoique étant en libre communication avec l'atmosphère, a pu se conserver assez bien pour que, au bout de douze ans, on n'y remarquât pas la moindre altération.

C'est aussi à l'aide de ces ballons que le brasseur peut se livrer à la culture des levûres pures, de façon à en avoir toujours à sa disposition, qu'il pourra, ensuite, multiplier indéfiniment, dans un milieu approprié à leur nutrition.

Pour cela, on stérilise d'abord le moût introduit dans le ballon, dans les conditions que nous venons d'expliquer plus haut.

Quand un ballon Pasteur est stérilisé, il faut s'assurer qu'il ne contient plus aucun germe, et, pour cela, on le maintient, pendant une quinzaine de jours au moins, en observation dans une étuve à la température de 20 à 25 degrés. Si, au bout de ce temps, il ne s'est montré ni moisissure à la surface, ni trouble, ni bulles indiquant une fermentation quelconque, c'est que la stérilisation est complète et que le ballon peut servir aux cultures expérimentales.

On prend alors ce ballon, et on le promène sur une lampe à alcool, de manière que la flamme lèche toute la surface, le tube recouvert, le bouchon de verre et le tube en caoutchouc, même les doigts de l'opérateur et les ronds en bois ou en liège qui supportent le ballon. Ces précautions prises, on enlève rapidement le bouchon, et l'on trempe dans le moût une baguette de verre que l'on a également stérilisée en la flambant, et que l'on a chargée de cellules en la trempant dans un récipient contenant de la levûre pure. L'ensemencement opéré, on flambe à nouveau l'extrémité du tube de caoutchouc, et le bouchon de verre qui est replacé.

Si peu que la baguette de verre ait introduit de cellules de levûre dans le ballon, il y en a assez, cependant, pour développer rapidement la fermentation du

moût, en donnant naissance à d'autres générations de levûres pures, que le brasseur a toujours ainsi à sa disposition.

Quand on a ensemencé un petit ballon Pasteur avec les précautions que nous venons d'indiquer, on prend la levûre de dépôt de cette première fermentation pour la cultiver dans un ballon plus grand, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait la quantité de levûre suffisante pour un brassin.

CHAPITRE X

La mise en levain : notions générales. — Le choix des levûres. — Fermentation basse : conditions de température ; les dépôts de levûre ; procédés de conservation de la levûre ; marche de la fermentation ; collage de la bière. — Fermentation haute. — Fermentation paresseuse. — Quantité de levûre à employer. — Perte de liquide résultant des actes de la fermentation.

La mise en levain.

Notions générales. — La mise en levain se fait dans des cuves découvertes appelées guilloires, du mot guillage, terme de brasserie synonyme de fermentation.

Ces cuves doivent être logées dans des caves ou entonneries autant que possible voûtées, mais, dans tous les cas, entourées de murs épais, de manière à pouvoir maintenir une température toujours constante, plutôt fraîche dans les brasseries où l'on fait fermenter par dépôt, enfin à l'abri de l'influence de la chaleur extérieure. Ces récipients sont rangés symé-

triquement dans les caves de fermentation; ils sont portés sur des dés en maçonneries, suffisamment éloignés les uns des autres pour qu'on puisse les contourner et examiner si des réparations ne sont pas nécessaires. On doit éviter de leur donner de trop grandes dimensions, attendu que la fermentation se poursuit plus régulièrement dans des masses liquides plutôt moindres qu'exagérées, en raison de la chaleur qui se dégage toujours pendant cet acte et qui sera d'autant plus élevée que la quantité de liquide qui subit le phénomène se trouve plus considérable. Lorsque l'on peut disposer de cuves de capacités variables, on emploie celles de plus grandes dimensions, pendant la saison froide où l'on risque moins de voir la température s'élever trop haut; pour l'été, on s'arrête à 20 et à 25 hectolitres; certaines brasseries même ne font usage que de ces dernières, quelle que soit la saison.

Les cuves-guilloires sont généralement en bois de chêne, elles sont cerclées en fer, ouvertes à l'air libre, et elles ont la forme d'un tronc de cône dont la plus large base correspond en bas où un orifice est disposé pour permettre de soutirer le liquide. Depuis quelques années, on construit des cuves de fermentation en ardoise; leur prix est relativement élevé, mais leur nettoyage est bien plus facile et on est certain, avec elles, de ne pas laisser, comme dans les cuves en chêne, des bactéries qui se logent dans les

interstices du bois ; en outre, elles sont moins volumineuses.

On ne saurait trop insister sur le parfait état de propreté dans lequel doivent être constamment entretenus non seulement les récipients destinés à recevoir les liquides mis en fermentation, mais encore les locaux dans lesquels ces récipients sont logés. Tandis que les premiers seront nettoyés, brossés, au besoin badigeonnés au lait de chaud, chaque fois qu'ils ont cessé de fonctionner pendant quelque temps, la cuverie elle-même devra subir de nombreux lavages, les murs en seront maintenus parfaitement nets de poussières quelconques, badigeonnés à la chaux si, préférablement, ils ne sont pas recouverts d'un vernis; le sol en sera dallé, légèrement incliné dans une direction où convergeront de petites rigoles destinées à l'écoulement des eaux de lavage. Enfin, les précautions les plus minutieuses seront prises pour éviter la naissance de foyers d'infection dont les germes, en se répandant dans la cuverie, pourraient altérer la précieuse boisson traitée dans l'atelier de fermentation.

N'exagérons rien cependant. Sans doute la propreté méticuleuse, la contamination des bactéries nuisibles rigoureusement écartée, la pureté et le genre des levûres employées, ont une influence décisive sur le produit final, sur la bière, mais rien de tout cela ne pourra faire une bonne bière d'un moût défectueux.

Il faut que l'on sache bien du reste, que les ferments de maladie ne se développent que dans les milieux qui leur sont favorables, et souvenons-nous bien que lorsque la fermentation alcoolique prend le dessus, toutes les levûres malsaines sont étouffées. L'important est donc d'obtenir, le plus rapidement possible, la bonne fermentation qui est intimement liée à la composition chimique rationnelle du moût.

Dans une conférence faite à Amiens, il y a quelque temps, par M. de Geyter, ce savant praticien présentait les observations suivantes :

« Beaucoup de personnes, étrangères aux choses de la science, admettent encore aujourd'hui qu'un germe microscopique tombant dans un milieu nutritif quelconque, doit fatalement l'infecter. Dans les premières périodes des études bactériologiques, beaucoup de médecins professaient la même opinion vis-à-vis des germes virulents, sans se douter que la plupart des microbes pathogènes sont d'une banalité désespérante, et qu'on en trouve un grand nombre répandus partout, dans le sol, dans les eaux, dans les poussières de l'air que nous respirons. De nouvelles études plus complètes sont venues prouver l'influence décisive du milieu, et montrer qu'un grand nombre de microbes virulents, de même d'ailleurs que beaucoup de parasites non microscopiques, sont incapables d'attaquer l'organisme normal et sain, et ne peuvent s'y établir qu'à la suite d'altérations modi-

fiant la composition et la manière d'être du plasma des cellules vivantes.

« Les mêmes faits ont été contastés pour les milieux nutritifs inertes, et le degré de fertilité qu'ils offrent pour les germes microscopiques, le degré d'altération qu'ils y provoquent, dépendent uniquement de la constitution chimique.

« La plupart des espèces microbiennes sont d'une délicatesse rare au point de vue de leur nourriture, et la plus faible variation dans la constitution d'un liquide suffit pour le rendre infertile pour telle bactérie, et par contre admirablement approprié pour une autre qui dès lors prendra le dessus.

« Tout cela est parfois méconnu, surtout par l'école qui étudie les microbes au point de vue de la classification plutôt qu'au point de vue chimique, et cette tendance a abouti à encombrer la terminologie d'une foule de noms d'espèces qui souvent ne sont que des variétés d'un même microbe modifié par le milieu, et acquérant ainsi des propriétés nouvelles. L'influence du milieu est tellement grande qu'en modifiant les liquides de culture on transforme un organisme pathogène très virulent en une bactérie anodine sans action sur l'organisme, et par contre on transforme un microbe banal en germe pathogène.

« Si l'influence du milieu et de sa constitution chimique n'était pas si grande, je n'hésite pas à dire que l'on ne pourrait fabriquer un verre de bière potable,

surtout au moyen de la fermentation haute. Dans les liquides qui leur conviennent, les bactéries ont une multiplication si rapide qu'elles les envahissent complètement en quelques heures ; et la pullulation n'a de limites que dans la disposition des produits utiles au microbe et dans l'accumulation de ses sécrétions. Lorsque l'une ou l'autre limite est atteinte, la transformation en voie de travail s'arrête d'elle-même, et la levûre, par exemple, cesse de fermenter quand le sucre a disparu du liquide où elle vit, ou au contraire quand l'alcool qu'elle y accumule commence à devenir nocif pour elle-même.

« Dans la fabrication de la bière, et particulièrement de la bière haute en tonneaux, les chances de contaminations sont si grandes que la bière est fatalement contaminée par un très grand nombre d'organismes divers apportés par l'air, les instruments, les ouvriers, les vaisseaux. Si cette bière n'offrait pas par elle-même une résistance propre à la multiplication des ferments de maladie, un seul de ceux-ci suffirait pour y provoquer une altération complète, cette cellule unique pouvant, dans des circonstances favorables, en donner des milliards au bout de deux jours. Lorsque cette bière est de constitution normale, bien appropriée au développement des levûres, peu fertile au contraire pour les germes de maladie, la boisson se tiendra, se conservera, à moins qu'un ensemencement de microbes à dose massive ne rompe

l'équilibre à l'avantage de ceux-ci, et supplée par le nombre au manque de vigueur où les met l'état du milieu.

Pour compléter nos recommandations, nous devons insister sur la nécessité de pourvoir les cuveries d'une large ventilation, non seulement pour donner issue à l'acide carbonique qui se produit en masse, pendant l'acte fermentatif, mais encore afin d'entretenir dans la salle un air aussi pur que possible. Dans les brasseries importantes, ces conditions sont remplies au moyen d'aménagements spéciaux dans les détails desquels il serait trop long d'entrer, mais que l'on peut réaliser en s'adressant à des hommes de l'art.

C'est également au moyen d'un aménagement particulier, par un système de tuyauterie dans lequel on fait circuler de l'air froid ou de l'eau refroidie par la machine à glace, ou bien encore en ménageant dans les murs de la cuverie des espaces où l'on entasse de la glace, que, dans certains grands établissements où l'on traite par la fermentation basse, on entretient la fraîcheur nécessaire.

Quand le moût a été amené, dans la cuve-guilloire, à la température voulue pour le genre de fermentation auquel il doit être soumis, il convient d'y ajouter la levûre destinée à le faire fermenter.

Le choix des levûres.

Dans le chapitre précédent, en expliquant à un point de vue général le phénomène de la fermentation, nous avons été amené à constater qu'il existait plusieurs sortes de levûres susceptibles de provoquer des fermentations de diverse nature, et nous avons dit que le ferment spécial de la bière appartenait au genre *saccharomyces cerevisiæ*.

Mais, dans ce genre même, il existe de nombreuses races que l'on peut séparer tout d'abord en deux catégories bien distinctes : celles qui peuvent faire fermenter la bière à basse température (levûres basses) et celles qui ne provoqueront ce phénomène que dans un milieu liquide de 15 à 20 degrés (levûres hautes).

Ce qui distingue ces deux sortes de levûres, c'est que ces dernières bourgeonnent plus rapidement et que leurs cellules restent attachées les unes aux autres, formant des paquets rameux de 10 ou 12 articles dans lesquels les bulles d'acide carbonique s'engagent et s'emprisonnent, constituant de la sorte un milieu plus léger que la masse liquide au sein de laquelle ils surnagent, ce qui fait que ces paquets de cellules viennent s'épanouir à la surface. Au contraire, dans les levûres basses, les cellules sont à peine réu-

nies par groupes de deux à trois ou quatre tout au plus, lorsque même elles ne sont pas complètement isolées; l'acide carbonique se développe, sous leur action, avec beaucoup moins d'activité, ne s'attachant pas à leurs parois, de sorte qu'elles restent au fond de la cuve.

A côté des *saccharomyces cerevisiæ*, les levûres industrielles renferment le plus souvent d'autres organismes présentant des caractères à peu près identiques aux premiers, exerçant sur les produits sucrés une action analogue, se reproduisant comme ceux-ci par bourgeonnement, tels que les *saccharomyces ellipsoideus*, les *saccharomyces pastorianus*, les *saccharomyces apiculatus*, etc. L'introduction de ces ferments dans les moûts de bière est susceptible d'y exercer une action fâcheuse, d'y provoquer l'amertume, de s'opposer à la clarification complète de la liqueur, enfin d'y déterminer des saveurs particulières peu goûtées des consommateurs.

Mais en outre de ces ferments, nous avons vu les moûts exposés aux atteintes de micro-organismes plus dangereux, susceptibles de provoquer dans la bière des affections qui rendraient celle-ci tout à fait impropre à la consommation; ce sont le ferment *lactique*, dont la présence se rencontre fréquemment dans les moûts de bière et amène rapidement leur acidité; le *mycoderma aceti*, à qui l'on doit les bières piquées, aigries, à odeur de vinaigre; les bactéries de la fer-

mentation butyrique, de la fermentation visqueuse ou mannitique, etc.; enfin les moisissures.

M. Pasteur, à qui l'on doit une grande partie des découvertes concernant la fermentation, appelle *ferment de maladie* tous les organismes dont la présence amène dans le moût de bière une fermentation différente de la fermentation alcoolique.

D'après ce que nous venons de dire, la préoccupation du brasseur devrait donc viser à n'employer que des levûres absolument pures, ne contenant aucun germe étranger aux *saccharomyces cerevisiæ* qui constitue le véritable ferment de la bière.

Chose singulière cependant, ces levûres de race incontestablement pure ne donnent pas toute satisfaction aux brasseurs. Sans doute, la bière que l'on obtient avec elles se conserve très longtemps, elle est franche de goût, mais elle manque de certains arômes que les consommateurs ne sont pas sans apprécier, et que leur procurent des ferments mélangés.

De sorte que si, à la vérité, on s'attache dans certaines brasseries à ne mettre en œuvre que des levûres de race pure, la plupart des autres préfèrent, au contraire, user de ferments dépourvus de bactéries, assurément, lesquelles provoqueraient de graves affections au sein du liquide où leur action pourrait se produire, mais non de race absolument pure.

C'est que, en effet, un même moût de bière est sus-

ceptible de fournir des bières d'un goût très différent, suivant l'espèce de ferment que l'on y cultive, et c'est ainsi qu'un moût d'orge que l'on mettra fermenter en présence du *saccharomyces ellipsoïdeus* (ferment du vin), donnera une liqueur fermentée particulière, un véritable vin d'orge, n'ayant de la bière ordinaire ni le goût, ni l'arôme, qui se rapprocheront plutôt du goût et de l'arôme du vin.

On conçoit dès lors que l'on puisse rechercher, au moyen de l'action de plusieurs variétés de ferments agissant simultanément dans le même moût, à obtenir un ensemble d'arômes combinés, qui donneront au palais et à l'odorat une impression plus agréable que celle que fournirait chaque arôme pris isolément.

Nous n'entrerons pas dans les détails trop scientifiques des opérations auxquelles on a recours pour purifier les levûres et les obtenir de race absolument pure. Quand on s'adresse aux levûres commerciales, nous avons indiqué au commencement de ce chapitre comment on s'assure de leur qualité.

Dans la pratique, le brasseur s'attache à travailler constamment avec le même ferment, dont la prolifération, comme nous l'avons dit, est d'une incroyable activité, et à cet effet, après avoir soutiré la bière fermentée des cuves-guilloires pour la transporter dans les caves de garde ou pour la livrer à la consommation, il recueille la levûre déposée au fond des cuves, il la lave et la transporte dans une autre cuve

où doit fermenter un nouveau moût. D'autres brasseurs ne recueillent pas la levûre, et, au lieu de délayer celle-ci presque à sec dans un moût, ils font passer la bière sur un liquide déjà en fermentation.

Par un travail incessant, on entretient, pour ainsi dire, non la pureté d'une levûre commerciale, mais sa composition primitive, dans laquelle, la bonne levûre dominant, les germes étrangers ne peuvent se reproduire ni proliférer. Toutefois, ils passent dans la bière tant ils sont ténus, en nombre plus ou moins grand, malgré les précautions apportées à la clarification et quand il n'y a plus de cellules de levûre. (P. Boulin.)

Nous avons expliqué, en effet que jamais des fermentations différentes ne sont en pleine activité ensemble, en sorte que, quand la fermentation alcoolique prend le dessus, elle étouffe les autres ferments.

Le brasseur doit donc s'attacher à entretenir constamment sa levûre en pleine activité, et c'est une très mauvaise méthode que celle employée par quelques-uns, qui consiste, lorsque l'on n'a pas immédiatement une cuve à remettre en fermentation, à recueillir les ferments de la cuve fermentés et à les conserver après les avoir lavés, durant plusieurs jours, quelquefois, sous l'eau. Dans ces conditions, les ferments privés de nourriture vivent sur eux-mêmes, s'affaiblissent, la fermentation qu'ils provoquent est languissante, le bourgeonnement devient plus difficile, et

alors les spores de moisissures, les ferments de maladie, les semences étrangères ne sont plus étouffés et se multiplient dans la liqueur sucrée qui ne tarde pas à être altérée et souvent perdue.

Un brasseur placé dans ces conditions industrielles, s'il veut conserver indéfiniment des levûres de même caractère, doit être pourvu de plusieurs ballons Pasteur dont l'emploi est aujourd'hui devenu classique et dans lesquels on ensemence d'abord, dans un flacon de petite dimension et avec les précautions voulues, la levûre que l'on tient à conserver et qui ne tarde pas à se multiplier. Puis, lorsque l'on a besoin de ferment, on prend la levûre du dépôt de cette première fermentation pour la cultiver dans un bassin plus grand, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait suffisamment de levûre pour un brassin.

« Quand on délaye une parcelle de levûre dans un moût sucré, dit M. Pasteur, il faut se représenter qu'on y sème une petite quantité de cellules vivantes qui sont comme autant de graines propres à végéter avec une rapidité extraordinaire, dans un milieu approprié à leur nutrition. Le phénomène peut se passer à toutes les températures entre zéro et 55 degrés, quoique les températures de 15 degrés à 30 degrés soient généralement les plus favorables. »

Nous avons dit que les levûres, pour remplir régulièrement les fonctions que l'on attend d'elles, doivent être placées dans des conditions de milieu bien

spécifiées, d'abord au point de vue de leur alimentation et ensuite à celui de la température la plus favorable à leur multiplication.

L'une de ces conditions réside aussi dans leur aération.

« La levûre doit être aérée, écrit M. Lindet. Nous verrons plus tard qu'il est d'usage de battre la levûre au contact de l'air avant de l'introduire dans les cuves de fermentation. M. Pasteur a reconnu que la levûre avait une force fermentative d'autant plus grande qu'elle avait été plus aérée; M. Delbrück a montré que les moûts chargés de drêche fournissaient plus d'alcool que les moûts clairs, et il a attribué ce fait à ce que, pendant la fermentation, les débris de drêche soulevés par l'acide carbonique ramenaient sans cesse à la surface de la cuve, à l'air par conséquent, les globules de levûre. Nous avons nous-même constaté que des fermentations de ce genre fournissaient moins d'alcools supérieurs que les fermentations de moûts clairs, parce que, dans ces conditions, la fermentation alcoolique vraie avait été plus active et que les organismes étrangers qui produisent la majeure partie des alcools supérieurs n'avaient pu se développer.

« Il ne faut cependant pas, ajoute cet auteur, exagérer l'aération de la cuve, car M. Pasteur a démontré que l'air en excès poussait à la multiplication de la levûre, au détriment de la production de l'alcool. Ce

principe a été vérifié plusieurs fois depuis, et c'est ce principe que l'on met en pratique dans certaines fabriques de levûres. »

Bien que nous n'ayons, pour ainsi dire, fait qu'effleurer, dans ce qui précède, la question si complexe de la fermentation, qu'il faudrait des volumes pour élucider complètement, il résulte pourtant du peu que nous en avons dit, qu'aucune des opérations auxquelles le braseur est appelé à satisfaire dans l'élaboration de ses produits, ne doit plus vivement solliciter son attention et sa sagacité.

D'après la manière, en effet, dont cette opération aura été conduite, les résultats peuvent présenter les variations les plus caractéristiques, alors même que les moûts traités seraient identiques. Ces variations peuvent dériver non pas seulement de la nature du ferment, mais d'une infinité d'autres circonstances parmi lesquelles il faut faire entrer en première ligne la quantité de ferment employé, la température des caves, l'aération de la levûre.

Fermentation basse.

Conditions de température. — Quel que soit le mode de fermentation auquel on ait recours, celle-ci se fait toujours en deux fois, et il faut distinguer d'abord la fermentation tumultueuse, qui s'accomplit dans les

cuves-guilloires, pendant laquelle la plus grande partie du sucre du moût est transformée en alcool, et ensuite la fermentation lente, qui se fait après que la liqueur a été enfûtée, qui achève la décomposition du sucre et permet aux différents éthers odorants de se former et d'améliorer ainsi considérablement les produits.

Lorsque le moût a été refroidi dans la limite du possible, et qu'il a été versé dans les cuves de fermentation, il s'agit de l'amener à la température exigée pour ce mode de fermentation, température qui ne doit pas dépasser 4 à 7 degrés et que l'on ne peut pas obtenir naturellement.

Aussi, lorsqu'on ne dispose pas de caves ou entonneries spécialement aménagées de manière à y entretenir une fraîcheur constante et convenable, doit-on obtenir le refroidissement du moût au moyen de *nageurs* remplis de glace, qui ne tardent pas à produire le résultat cherché. Ces nageurs sont des sceaux de forme généralement conique, de 60 à 70 centimètres de hauteur et 60 centimètres de largeur à leur sommet, lequel est muni d'un rebord évasé qui permet à ces vases de flotter sur le liquide. Quelques brasseurs ajoutent même directement la glace au moût, mais dans ce cas il faut tenir compte de sa fusion dans le liquide, et conséquemment amener ce dernier, toutes proportions gardées, à un état de plus grande concentration à la chaudière.

Lorsque les conditions de température ont été obtenues, on introduit le levain dans la liqueur sucrée.

Les dépôts de levûre. — Voici, le plus généralement, comment on se procure ce levain.

Lorsqu'une cuve a accompli sa fermentation et qu'il a été procédé au soutirage, on constate, au fond, un dépôt mucilagineux qui est constitué en grande partie par des cellules de levûres.

On recueille cette levûre, à la condition, bien entendu, qu'elle ait donné lieu à une fermentation régulière et satisfaisante; du reste, on peut, avant de s'en servir, la soumettre à un essai qualitatif, par les moyens que nous avons indiqués. On la verse alors dans un petit baquet soigneusement nettoyé, où on commence à la délayer dans de l'eau très froide, et où elle ne tarde pas à former un dépôt consistant au fond. On décante alors et on lave de nouveau deux ou trois fois, on bat la levûre afin de bien l'aérer, après quoi on filtre sur une toile de tissu suffisamment serré, et, en cet état, le levain peut être immédiatement utilisé pour la mise en fermentation.

Il convient ici de présenter une observation qui n'est pas sans intérêt au point de vue de l'économie à laquelle tout industriel doit s'attacher et des pertes qu'il doit éviter.

Le dépôt mucilagineux dont nous venons de parler et dans lequel se trouvent les cellules de levûres qu'il s'agit de recueillir, baigne naturellement dans

une certaine quantité de liquide qui n'est rien autre chose que de la bière et qu'il convient de ne pas perdre. Aussi doit-on ne procéder à l'enlèvement de ce dépôt qu'en le filtrant au travers d'une chausse en laine ou d'une toile assez serrée, qui laisse écouler le liquide clair qu'on utilise pour compléter le remplissage des fûts, ainsi que nous le verrons plus loin.

Lorsque ce levain n'est pas destiné à un emploi immédiat, on le conserve sous l'eau en ayant soin de renouveler celle-ci plusieurs fois, de telle sorte qu'elle soit continuellement maintenue à une température inférieure à 7 ou 8 degrés centigrades. Mais nous avons expliqué plus haut que la conservation, pendant une trop longue durée de temps, de la levûre dans ces conditions, l'exposait à un affaiblissement d'énergie qui la rendrait impropre au travail que l'on attend d'elle; elle risquerait, en outre, comme toutes les substances azotées, de s'altérer à l'air et même de se putréfier, surtout pendant la saison chaude.

Procédés de conservation de la levûre. — Cependant, comme il n'est pas toujours possible de l'employer dans le délai voulu, on a recours à divers procédés pour la conserver.

Le plus employé consiste à dessécher complètement la levûre par lavage et compression, puis à la mettre en sac et à la déposer dans un lieu sec. En cet état, la propriété qu'elle possède de provoquer la fermentation, est suspendue; mais elle la recouvre dès

qu'on lui restitue l'humidité qu'elle a perdue. Pour en favoriser la dessication, on y incorpore souvent de la fécule ou de la farine, addition dont il faut tenir compte lorsqu'il s'agit d'utiliser le mélange; tantôt aussi on se sert de charbon végétal ou animal, grossièrement pulvérisé, dont on la débarrasse plus tard en la passant à travers un tamis, après lui avoir fait subir un commencement de fermentation.

Un autre procédé de conservation très usité consiste à mélanger la levûre, préalablement lavée, égouttée et pressée, avec du sucre réduit en poudre, et même avec du sirop concentré pur, de façon à obtenir une pâte épaisse, compacte, que l'on conserve dans un vase couvert, à l'abri de l'humidité.

Enfin, lorsque l'on ne tient pas à une conservation de trop longue durée, on se borne généralement à déposer la levûre fraîche dans un tonneau que l'on plonge dans l'eau froide d'un puits.

La levûre séchée à 100 degrés est encore apte à provoquer la fermentation, mais elle perd définitivement cette propriété si on la fait bouillir quelque temps à cette température.

Marche de la fermentation. — Vingt-quatre ou trente-six heures après l'addition de la levûre introduite à l'état pâteux dans la cuve, et dans la proportion d'un demi-litre environ par hectolitre, la fermentation commence à se manifester. Une légère mousse blanchâtre vient d'abord s'étaler contre les parois de la

cuve, puis peu à peu recouvre toute la surface du liquide. Cette mousse, formée presque exclusivement de globules de levûres mélangées à des particules insolubles de la résine que le houblon a apportées, s'épaissit de plus en plus; c'est la période la plus active de l'acte fermentatif, pendant laquelle la température du moût s'échauffe et qu'il faut avoir soin de ramener au degré convenable.

La fermentation tumultueuse dure généralement de huit à dix jours, et quelquefois davantage si on a pris les précautions nécessaires pour ne pas l'activer, ce qui constituera une meilleure garantie de conservation pour la bière produite. La terminaison du phénomène est indiquée autant par le moût, qui revient à sa température initiale, que par la disparition de la mousse qui se prend en masse visqueuse, se détache des parois de la cuve et tombe au fond, en même temps que la liqueur troublée auparavant par les bulles d'acide carbonique et de substances insolubles qui montaient incessamment du bas à la surface, tend à s'éclaircir.

Entonnement. — La fermentation principale peut dès ce moment être considérée comme terminée; on soutire alors le liquide que l'on envoie immédiatement dans des foudres où la fermentation lente achève de donner à la bière toutes ses qualités. Disons toutefois qu'avant de procéder à l'entonnement, il importe de laisser suffisamment déposer la levûre,

afin que la bière ne contracte pas un goût particulier, provenant de ce qu'elle arriverait dans les foudres chargée d'une trop grande quantité de ferments. Le moût, même clair, retient toujours assez de cellules de levûre pour assurer la fermentation ultérieure, surtout si on a la précaution de bien l'aérer ou mieux de l'oxygéner, dans l'opération du soutirage.

La température des caves dans lesquelles ces foudres sont installés, si la bière qui y est amenée est destinée à être utilisée dans un temps plus ou moins éloigné, et, surtout, à y attendre la saison d'été, ne doit pas dépasser 2 à 3 degrés, 5 au plus, et on doit aussi préserver ces lieux de dépôt de l'humidité qui nuirait à la conservation de la liqueur.

Ce n'est qu'en observant ces conditions que non seulement on développera, par une fermentation complémentaire rendue aussi lente que possible au moyen de la fraîcheur ambiante, les éthers et les principes volatils qui donnent à la précieuse boisson le bouquet qu'y recherchent les véritables amateurs, mais encore que l'on assurera son maintien en bon état de conservation, moyennant lequel, l'écoulement progressif, au fur et à mesure de la demande, pourra se faire sans que le brasseur ait à craindre aucune altération de ses produits.

Pour réaliser cet objectif, certaines brasseries creusent leurs caves de garde dans le roc; mais comme ce mode d'installation n'est pas à la portée

de tout le monde : on construit ces caves, en général, aussi profondément que possible dans le sol, en s'attachant, soit par diverses dispositions, soit à l'aide de matériaux spéciaux, à obtenir la température désirable et l'état de siccité indispensable.

Malgré tout, il est assez rare et assez difficile d'obtenir une installation dans laquelle cette température de 2 à 3 degrés, considérée comme une garantie à laquelle on ne peut se soustraire, puisse être constamment maintenue et même naturellement atteinte.

Aussi se voit-on, dans la plupart des cas, obligé de recourir à des moyens artificiels pour produire ce degré de fraîcheur. Depuis que l'on dispose de procédés faciles pour fabriquer industriellement la glace à bon marché, ce n'est plus une difficulté insurmontable pour la brasserie, que d'obtenir le refroidissement de ses caves de garde, dans lesquelles on aménage des glacières disposées de telle sorte que l'air nécessaire à la ventilation des caves n'y pénètre qu'après avoir été refroidi en passant au travers des morceaux de glace.

La bière une fois entonnée dans les foudres, la fermentation complémentaire suit son cours normal, et, en se développant, provoque le rejet par le trou de bonde, et sous forme d'écumes plus ou moins épaisses, de toutes les impuretés contenues dans le liquide et mélangées à des cellules de levûres. On

nettoie et on essuie avec le plus grand soin, pour faire disparaître les souillures produites par ce crachement et qui constituent un véritable foyer de mauvais ferments capable d'altérer la liqueur renfermée dans les fûts. On procède au ouillage, avec une nouvelle quantité de bière mise en réserve pour combler les vides produits, et dès que l'on constate qu'il n'y a plus de rejet d'écume, on peut, sans inconvénient, enfoncer la bonde d'une façon définitive. La fermentation latente persiste bien encore quelque temps, mais pas assez énergiquement, cependant, pour qu'il y ait le moindre danger au point de vue de la faible quantité d'acide carbonique qui se produit dans ces conditions et dont il y a intérêt à maintenir une certaine proportion en dissolution dans la bière pour la rendre mousseuse.

Quelques brasseurs, toutefois, peuvent craindre une production d'acide carbonique trop considérable, dont l'excès, en effet, est quelquefois de nature à empêcher la clarification complète de la liqueur.

On peut facilement concilier la nécessité d'obtenir la dissolution d'une proportion suffisante de gaz dans la bière, tout en évitant l'exagération.

Pour cela, explique M. Boulin, on fait usage de bondes percées à la partie centrale, dans l'axe du tronc de cône formé par elles, d'un petit trou obturé à l'extérieur par une bande de caoutchouc fixé, d'une manière quelconque. Par ce moyen, l'air extérieur ne

peut pénétrer dans le fût, mais, lorsque la pression occasionnée par l'acide carbonique devient trop forte, la bande de caoutchouc s'élève légèrement et le gaz s'échappe, évitant ainsi le soulèvement de la lie qui pourrait troubler la bière.

Au fur et à mesure que la liqueur rejette les impuretés qui la souillaient, elle s'éclaircit; mais sa limpidité parfaite n'a guère lieu qu'après cinq à sept semaines, et quelquefois même trois ou quatre mois de séjour dans les caves de garde, par suite du dépôt au fond des fûts et sous forme de lies, de toutes les matières insolubles qui s'y trouvent en suspension.

Collage de la bière. — Toutefois, si les nécessités de la livraison obligeaient le brasseur à mettre sa bière en consommation avant ce délai, il pourrait obtenir un éclaircissement rapide en collant à raison de 5 à10 grammes de colle de poisson par hectolitre. La colle de poisson ou ichtyocolle est formée des débris membraneux intérieurs de la vessie natatoire de l'esturgeon. Cette substance, lorsqu'elle est pure, n'a ni odeur ni saveur qui puisse altérer en rien le goût des liqueurs auxquelles on l'incorpore. Elle arrive d'Asie en plaques volumineuses qu'il est impossible d'employer dans cet état.

On la déchire en petits fragments les plus petits possible, on les lave avec soin, puis on les met tremper dans de l'eau pendant douze ou vingt-quatre heures, suivant que la colle est plus ou moins sèche.

L'eau agit sur la colle, la gonfle, la boursoufle, et la rend facile à diviser. Ce premier résultat obtenu, on la retire de l'eau, on la réunit en pelotes compactes qu'on pétrit avec le plus grand soin, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucun morceau dur. On la délaie alors dans de l'eau additionnée de 10 à 15 p. 100 d'acide tartrique, et dans des proportions telles que la solution renferme 10 grammes de colle sèche par litre de liquide.

Lorsqu'on veut employer la colle, on en prend un litre ou un demi-litre par hectolitre de bière à coller, et suivant que celle-ci est plus ou moins trouble, c'est-à-dire la représentation de 5 ou de 10 grammes de colle sèche. On la met dans un bassin de cuivre étamé ou de bois, puis on l'étend de 5 ou 6 litres de bière; on bat bien le tout avec un balai d'osier, comme si on voulait battre des œufs en neige ; quand le mélange est bien intime, on le verse dans le fût à coller, on bat fortement ou on fouette. La colle se trouve ainsi répartie dans tout le liquide et on laisse agir.

La bière alors commence à s'éclaircir lentement, et, suivant une foule de circonstances, la limpidité complète est obtenue dans un temps plus ou moins variable, mais qui ne dépasse guère, généralement, dix à douze jours.

A la colle de poisson, on substitue parfois la gélatine bien pure, mais la dose de cette dernière sub-

stance doit être à peu près triple pour produire un effet équivalent ; elle n'a, d'ailleurs, d'action clarificatrice que sur les moûts renfermant une certaine proportion de tanin, de sorte que si l'on opère sur des produits pauvres en tanin, il faut, avant d'introduire la gélatine dans le fût, verser environ 1 gr. 1/2 de tanin ou 3 grammes de cachou par 2 grammes de gélatine employée. La colle de poisson agit en tant que gélatine, mais sa texture intime lui donne sur celle-ci l'avantage de mieux saisir au passage les matières en suspension, qui sont entraînées comme dans un filet.

Les peaux de sole et de raie, qu'on emploie fréquemment au lieu de la colle d'esturgeon ou ichthyocolle ordinaire, n'agissent pas dans le même sens ; leur mode d'emploi est dès lors différent. Clarifiant par un réseau descendant, l'ichthyocolle réclame un repos absolu du liquide collé ; les peaux de raies ou de soles, au contraire, qui produisent leur effet en sens inverse et s'élèvent jusqu'à ce qu'elles surnagent, amènent à la bonde le magma de matières étrangères qu'elles ramassent dans leur mouvement ascensionnel. Elles exigent que le liquide reste en mouvement ascensionnel. Elles doivent être introduites dans les bières avant la cessation de la fermentation.

Cette espèce de colle se prépare en faisant tremper les peaux dans l'eau bien fraîche additionnée d'acide

tartrique dans la proportion de 100 grammes pour 125 grammes de peau. Quelques jours après, le produit de cette imbibition est passé au tamis, transvasé en bouteilles et conservé dans un endroit frais.

Pour les bières de fermentation haute en tonneau, le collage a lieu au moment où s'effectue le dernier remplissage des fûts. Les bières fermentées en cuves sont collées au moment du soutirage, mais elles doivent être entonnées *vertes*, c'est-à-dire avant que la fermentation principale ait atteint sa dernière limite, de manière qu'il s'établisse rapidement une fermentation secondaire active.

Malgré les services qu'elle est appelée à rendre, la clarification artificielle, quelle que soit la méthode adoptée, ne doit être employée qu'en cas de nécessité absolue, car elle a pour inconvénient d'éliminer de la bière certains principes utiles, notamment le tanin, et de diminuer ainsi la qualité et les chances de conservation des produits.

Certaines précautions s'imposent quand il s'agit de procéder au soutirage des tonnes, pour transvaser la bière qu'elles contiennent dans les récipients de moindre dimension destinés à la vente chez les débitants. Il importe alors d'éviter, autant que possible, l'agitation de la masse liquide et le trouble qui pourrait en être la conséquence si, par suite, les dépôts de lie formés au fond du tonneau venaient se mélanger avec la liqueur. On se précautionne contre cet

accident en opérant ce soutirage par couches successives, ce à quoi on parvient en plaçant successivement le robinet de vidange à des hauteurs variables et en commençant par la partie supérieure. Suivant la capacité des tonnes, on peut sectionner l'opération en deux ou trois couches distinctes.

Fermentation haute.

La seule différence essentielle qui distingue nettement la fermentation haute de la fermentation basse, c'est la température à laquelle se poursuit la fermentation. Tandis que, dans le dernier procédé, on s'attache à maintenir cette température au-dessous de 7 degrés, dans la fermentation haute, on entonne plutôt à 10 ou 12 degrés qu'en dessous, comme dans les brasseries lyonnaises, et même à 18 degrés et jusqu'à 22 degrés, comme dans les brasseries du Nord.

Pour le surplus, on opère d'une façon identique dans les deux cas : on entonne et on met en levain de la même façon, soit dans des cuves, soit dans des tonneaux ; enfin, on s'attache à maintenir le moût à la température initiale, au moyen de réfrigérants, comme nous l'avons expliqué précédemment.

On décuve ensuite, en vue de la fermentation complémentaire, et on envoie la bière dans des tonnes

disposées dans des caves spéciales et dont l'aménagement ne se distingue de celle de garde, que par la température qu'on peut laisser s'élever de 5 à 10 degrés.

Dans le procédé de fermentation haute, le phénomène fermentatif s'accomplit, naturellement, beaucoup plus rapidement que par l'autre méthode : il dure généralement de quatre à cinq jours, suivant, d'ailleurs, le degré de température auquel on poursuit l'opération. Au bout de cinq ou six heures, le gaz acide carbonique commence à se produire ; une écume blanchâtre d'abord, bientôt remplacée par une autre jaunâtre, visqueuse et qui s'épaissit de plus en plus, s'accumule à la surface du liquide. Il faut avoir soin d'enlever cette écume, constituée par toutes les impuretés du moût, au fur et à mesure qu'elle se manifeste ; on la recueille soigneusement dans des récipients très propres, car elle renferme la levûre avec laquelle on met en fermentation les brassins suivants.

La fermentation en tonneaux se fait généralement dans les brasseries qui livrent directement à la clientèle, aussitôt après la fermentation tumultueuse achevée, et sans attendre que la bière soit éclaircie. La fermentation complémentaire se poursuit alors chez l'acheteur, qui doit prendre les précautions nécessaires, ouillage, soutirage, etc., pour que le produit accomplisse convenablement cette évolution.

Dans ce cas, on opère d'abord la mise en levain en cuve ; mais aussitôt qu'une légère écume commence à se montrer à la surface, on transvase dans de petits fûts ou *quarts* accotés deux à deux et la bonde inclinée l'une vers l'autre, de telle sorte que les écumes, qui s'en échappent et auxquelles est toujours mélangée une certaine quantité de moût, puissent être facilement recueillies dans des vases placés en dessous ou dans des caniveaux spécialement aménagés à cet effet. Ces écumes constituent ce qu'on appelle la *bière amère de houblon*, produit de la fermentation mousseuse, qui se clarifie assez promptement.

Lorsque le rejet d'écume se ralentit, on remplace la quantité de liquide qui s'est échappée par une quantité égale de moût, en renouvelant cette opération antant de fois qu'il y a lieu, c'est-à-dire jusqu'au moment où la fermentation tumultueuse a pris fin et que l'on aperçoit la liqueur claire à l'ouverture de la bonde. Ces remplissages successifs s'effectuent à l'aide des liquides mêmes crachés par la bonde, après toutefois que réunis dans un petit cuvier spécial, ils se seront éclaircis par le dépôt des impuretés qu'ils contiennent et qu'ils auront été soigneusement décantés. Néanmoins, lorsque le rejet est constitué par une écume grasse et visqueuse, celle-ci est mise à part, car elle renferme la levûre avec laquelle on mettra en levain un nouveau

brassin, après avoir fait subir à cette levûre le travail d'épuration détaillé plus haut.

On considère que la fermentation principale en tonneau est terminée lorsque la bière elle-même, mélangée avec quelques flocons d'écume, apparaît à l'ouverture de la bonde.

A ce moment, on remplit une dernière fois les fûts, mais au lieu de les laisser dans la position inclinée, on les redresse de manière que l'ouverture se trouve exactement à la partie supérieure. La bière se dépouille peu à peu de tous les corps qu'elle tient en suspension et qui se déposent à la base des fûts ; la fermentation ne tarde pas à se manifester à nouveau, sous l'aspect d'une mousse jaunâtre, nouvelle levûre que les brasseurs appellent *bouquet,* et qui est, à son tour, rejetée par la bonde des tonneaux. Telle est la fermentation dite ultérieure ou secondaire, dont la durée est subordonnée à la quantité de sucre qui échappe à l'action du ferment pendant la période principale. Lorsqu'elle s'accomplit dans de bonnes conditions, ce qui est très important, les praticiens disent que la bière pousse bien son bouquet, qu'elle fait bien le champignon. Enfin lorsque l'écume jaunâtre est remplacée par une légère mousse blanche, on en conclut à l'entière expulsion de la levûre et on bonde définitivement les tonneaux, en ayant soin d'enlever toute trace de levûre, à l'intérieur comme à l'extérieur du trou de bonde, et de remplir préa-

lablement les fûts, soit avec la *bière amère de houblon*, soit avec de l'eau pure, mais jamais avec le liquide égoutté de la levûre, liquide qu'on rejette comme impropre à tout usage et susceptible de communiquer à la bière un goût désagréable.

Les bières ainsi fabriquées ne sauraient être considérées comme bières de garde et doivent être livrées dans un délai restreint à la consommation, car elles contiennent beaucoup de principes altérables et notamment de matières albuminoïdes dont l'élimination ne peut se faire qu'avec le temps et en plaçant la liqueur dans des conditions particulières, des conditions de température spécialement, qu'il n'est pas possible de réaliser ailleurs que dans les caves de garde aménagées à cet effet. Certains brasseurs, dans le but de produire une bière de qualité spéciale, et aussi en vue de lui assurer de meilleures garanties de conservation, exécutent à haute température la fermentation tumultueuse, et, à basse température, la fermentation complémentaire.

Fermentations paresseuses.

Si le ralentissement de la fermentation est désirable au point de vue de l'obtention du bouquet de la bière et de sa conservabilité, il ne s'ensuit pas pour cela que l'on doive viser à ralentir d'une manière

exagérée l'accomplissement de ce phénomène, car on s'exposerait, de la sorte, à provoquer outre mesure les manifestations d'un ferment spécial qui se multiplie à côté de la fermentation alcoolique et qui donne naissance à l'acide lactique dont la saveur acidulée, quand elle dépasse certaines proportions, n'est pas favorablement accueillie par le consommateur.

C'est au brasseur qu'il appartient, à cet égard, d'observer les justes limites que lui conseilleront son expérience et le goût de sa clientèle, tout en tenant compte de ce que l'acide lactique, dont aucune bière n'est complètement exempte, donne à la liqueur une sensation de piquant et de fraîcheur que les amateurs y recherchent plutôt lorsqu'il n'y a pas excès, en même temps que cet agent protège la bière contre l'action des ferments de maladie et notamment contre l'acétification.

Mais il peut arriver que la fermentation soit beaucoup moins active qu'on ne le constate d'ordinaire et que même elle semble cesser sans raison apparente. Dans ce cas on dit que la fermentation est *paresseuse*, et beaucoup de personnes sont disposées à attribuer l'inertie de l'acte fermentatif à une insuffisance dans le moût des substances assimilables par la levûre. Il n'en est rien cependant, et il faut chercher la raison d'une fermentation paresseuse dans ce que le moût renferme trop de dextrine, et, par conséquent, trop

peu de maltose, c'est-à-dire de sucre, ce qui arrive généralement quand on emploie des températures de saccharification trop élevées en cuve-matière. On remédie à cet inconvénient par l'addition de malt convenablement moulu, de préférence à la farine de malt ou à d'autres substances. La diastase convertit rapidement la dextrine en sucre, c'est-à-dire en une substance susceptible de fermenter. Un tel traitement ne constitue, d'ailleurs, qu'un remède improvisé auquel il ne faut avoir recours qu'en cas d'absolue nécessité. De tels défauts dans la composition du moût doivent être corrigés pendant le brassage, en abaissant de quelques degrés la température de la trempe ou bien en prolongeant la durée du repos de la cuve, ou en combinant les deux traitements.

Quelques brasseurs, dans ce cas, ajoutent directement de la glucose au moût, ce qui arrive au même résultat qui est celui de fournir de l'aliment à la levûre. Mais il est bien évident que, dans ce cas, on ne doit agir que suivant les données fournies par l'analyse saccharimétrique du moût dans les conditions que nous avons expliquées plus haut. C'est ainsi que si, par exemple, cette analyse avait révélé une proportion anormale de dextrine par rapport à celle de la maltose, il y aurait tout intérêt à convertir le premier corps en sucre par la diastase de la façon que nous venons d'indiquer.

Les fermentations paresseuses peuvent aussi tenir

à des causes indépendantes de la composition même du moût, et le brasseur peut quelquefois d'autant moins expliquer cette inertie que le dosage de la dextrine et de la maltose font ressortir une proportion normale de l'un et de l'autre de ces agents.

Pour ranimer l'action fermentative dans ce cas, on ajoute une nouvelle quantité de levûre, ou bien on a recours à l'agitation du moût, ou encore on fait agir ensemble les deux procédés.

L'excellence du dernier de ces procédés ne doit pas tant être attribué au débattage de la levûre dans la bière, mais plutôt à l'effet stimulant de l'oxygène qui entre en dissolution dans le liquide, et à la vitalité plus grande fournie de la sorte à la levûre qui a vécu pendant un certain temps comme une aérobie à la surface de la cuve. Aussi les agitateurs ou remueurs sont-ils actuellement d'un usage fréquent; ils effectuent en même temps et le mélange et l'aération du contenu de la cuve à fermentation.

Dans certaines brasseries, on rend plus active la fermentation complémentaire lorsqu'il s'agit de livrer rapidement des bières jeunes à la consommation, en faisant couler à plusieurs reprises les tonneaux qui les contiennent. De la sorte, la lie se mélange à la bière qui maintient davantage de levûre en suspension; il est plus que probable que l'air pénétrant dans la masse facilite, par son oxygène, la fonction du ferment. Lorsqu'on opère ainsi, il faut prendre la pré-

caution de nettoyer avec soin le trou de bonde et de le bien boucher ensuite. (P. Boulin.)

On voit quelquefois, surtout dans la saison des chaleurs, la fermentation d'une bière s'établir assez régulièrement, puis ce liquide demeurer tout à coup inactif, même après un remplissage, au moment où devrait se produire le rejet de la levûre.

Diverses causes peuvent donner lieu à cet accident de fabrication. C'est ainsi qu'il peut être la conséquence de la résine en excès du houblon enduisant les cellules de levûre, et s'opposant momentanément à leur action. Le moût peut aussi, par une addition trop considérable de sucre, ne pas renfermer les matières albumineuses nécessaires à la reproduction du ferment. Une autre cause encore qui peut donner lieu à ce phénomène est le changement brusque et rapide qui a pu se produire dans la pression atmosphérique, et qui a eu pour conséquence un dégagement considérable de gaz acide carbonique.

Dans ces circonstances, il est facile de raviver la fermentation, soit en ajoutant simplement un peu de fécule ou d'amidon de maïs dans les fûts, soit en préparant, avec de nouvelles levûres, un pied de levain, que l'on met en fermentation à température élevée, pour le répartir ensuite, par petites parties, dans le brassin, qui reprend, sans préjudice généralement pour sa qualité, le cours de son travail interrompu.

Pendant les grands froids de l'hiver, il peut arriver

aussi, parfois, que le cours régulier de la fermentation se trouve entravé, par suite de refroidissement trop considérable des *purures* dans les baquets. Le moût, qui se trouve en masse relativement plus grande dans les tonneaux, conserve, et la fermentation même y aide, une température suffisamment élevée pour la bonne continuation de la fermentation, mais il peut en être autrement des purures dans les baquets. Ces purures, qui s'écoulent en couches minces le long des parois du tonneau, pour venir tomber dans les baquets, se refroidissent très promptement, et, plus tard, quand on opère le remplissage avec ces purures refroidies à trop bas degré, on court le risque de paralyser, pour ainsi dire, la continuité de la fermentation, d'en compromettre la marche régulière, de voir le dégorgement de la levûre ne pas s'opérer normalement et celle-ci retomber au fond du tonneau.

Le moyen de parer à cet inconvénient de fabrication consiste simplement à prendre les précautions nécessaires pour s'opposer au refroidissement trop rapide des purures. A cet effet, il ne faut jamais les laisser séjourner trop longtemps dans les baquets, mais les réunir dans un ou plusieurs cuviers que l'on place dans l'endroit de l'entonnerie le mieux abrité contre le froid.

Il faut donc, en hiver, pour obtenir, en pratiquant la fermentation en tonneaux, un jet de levûre régu-

lier et abondant, faire en sorte que la température des purures ne s'éloigne pas sensiblement de la température du moût en voie de fermentation. On évite ainsi que la levûre, au lieu de dégorger convenablement, retombe au fond du tonneau, en compromettant la limpidité de la bière et en communiquant au produit cette saveur vulgairement appelée *goût de levûre*.

Quantité de levûre à employer.

La quantité de levûre à employer varie suivant la qualité du produit, la saison, la température et le degré de concentration du moût, suivant le degré de touraillage du malt et enfin suivant le mode de fermentation adopté.

Ainsi, la levûre fraîche provenant d'un moût riche en matières albumineuses produit, à volume et à température égaux, beaucoup plus d'effet qu'une levûre ayant plus de deux jours, par exemple, ou provenant de moûts obtenus à l'aide de glucose, de sucre et de maïs.

Plus la température est élevée, moins il faut de levain ; au contraire, plus le moût est concentré, plus forte aussi doit être la dose de levûre.

Les bières de garde dont la fermentation doit s'opérer lentement n'exigent pas autant de levûre que les bières jeunes.

En moyenne, la dose de levûre fraîche, en bouillie

épaisse, nécessaire pour une bonne fermentation, est de 1 à 1 1/4 p. 100 du poids du malt mis en œuvre, ou, ce qui revient à peu près au même, de 250 à 300 grammes par hectolitre de moût pour la fermentation haute, et de 200 à 250 grammes pour la fermentation basse. Il s'agit ici, bien entendu, de levûre haute ou de levûre basse, suivant le cas.

Pertes de liquide résultant des actes de la fermentation.

On a calculé que, par la fermentation principale, par les transvasions, par l'élimination de la levûre et le dégagement de l'acide carbonique, le volume du moût livré à la fermentation diminue de 4 à 5 p. 100. Mais comme il se forme encore de la levûre pendant la fermentation ultérieure, et que la bière est elle-même fréquemment soumise à de nouveaux soutirages, le déchet industriel primitif s'augmente de nouvelles pertes, de sorte que le rendement de 100 litres de moût ne dépasse guère 90 litres de bière potable.

CHAPITRE XI

L'atténuation de la bière : le décuvage; calcul de l'atténuation; détermination de la densité des moûts, par le saccharimètre de Balling. — Détermination au moyen du densimètre, de la richesse alcoolique d'un moût, au cours ou à la fin de la fermentation. — Dosage de l'alcool par la distillation. — Observations au sujet des aréomètres.

L'atténuation de la bière.

Le décuvage de la bière. — A quel moment doit-on procéder au décuvage des cuves de fermentation pour transporter la bière qu'elles contiennent dans les tonnes où la fermentation complémentaire est appelée à se poursuivre?

Pour répondre à cette question, il faut considérer qu'à tort ou à raison le consommateur ne recherche pas dans la bière, comme dans le vin, par exemple, ou dans la plupart des autres boissons fermentées, les qualités d'une boisson faite, c'est-à-dire dans laquelle toutes les évolutions physiologiques et chimiques sont complètement accomplies et dont la défé-

cation des substances pectiques qu'elle renferme, s'est opérée d'une manière absolue.

Au contraire, l'amateur de bière aime à trouver dans cette liqueur le moelleux, la mâche, une certaine saveur sucrée, des principes nutritifs enfin, si nous pouvons nous exprimer ainsi, qui n'y subsistent qu'à la condition que la fermentation n'ait pas été poursuivie jusqu'à la dernière limite et qu'une partie de la maltose n'ait pas encore été transformée en alcool et en acide carbonique.

D'autre part, il convient de tenir compte de la nécessité de maintenir dans la bière une certaine proportion de ce dernier gaz, afin de la rendre pétillante et mousseuse, résultat auquel on n'arrive qu'à la condition d'entretenir dans cette liqueur une fermentation légère mais constante, qui ne se réalise que si les quelques ferments qui existent encore trouvent, dans le liquide, le sucre et les autres éléments nécessaires à leur existence et à l'accomplissement de leur travail de décomposition de la saccharose en alcool et en acide carbonique.

Une autre raison encore qui commande de maintenir une fermentation permanente dans la bière jusqu'à sa mise en consommation, c'est qu'il importe de soustraire cette liqueur profondément altérable à l'influence des mauvais ferments dont il est bien difficile de se débarrasser complètement.

M. Pasteur, à ce sujet, fait ressortir que la diffi-

culté de la préservation de la levûre de toute infection, est surtout grande au printemps, en été et en automne, à cause de la température élevée qui règne à ces époques de l'année, surtout au commencement de l'automne, parce que les matières premières sont recouvertes alors de toutes sortes de parasites. Il est également un fait assez commun, que la bière est très satisfaisante quand elle est achevée et même quelque temps après, mais qu'elle s'altère ensuite très rapidement. La grande prépondérance de la levûre ordinaire donne à la fermentation une impulsion tellement vigoureuse dans la bonne voie, que les jeunes cellules de levûres qui viennent de prendre naissance, s'emparent rapidement de toutes les substances assimilables, de sorte que les ferments de maladie se trouvent enrayés dans leur développement. Mais, dès que la levûre cesse d'agir, soit qu'elle est épuisée, soit pour tout autre motif, immédiatement les mauvais ferments commencent à se multiplier, et la rapidité avec laquelle ils s'accroissent dépend du nombre de ceux qui sont en présence et des conditions favorables dans lesquelles ils sont placés pour se propager.

On peut déduire de ce qui précède qu'aussi longtemps que la bonne levûre fonctionne, les ferments de maladie ont moins de chance d'entrer en activité.

Enfin la bière dans laquelle l'action fermentative a complètement cessé, perd ses qualités.

« Après la fermentation principale, écrit M. P. Boulin, la bière est enfermée dans un fût placé dans la cave de garde. On pratique de temps en temps des observations en vue de s'assurer de son état d'atténuation, et l'on prend note de la date exacte du dosage ainsi que du nombre trouvé. Si ces observations sont suffisamment prolongées, voici ce que l'on remarque : peu à peu la richesse en extrait diminue, tandis que la proportion d'alcool augmente ; au goût, la bière perd sa douceur, elle devient plus vineuse. Ce que l'on appelle *bouquet* dans le vin, c'est-à-dire ce mélange d'éthers qui lui donne un arôme particulier, se forme également dans la bière conservée ; mais, arrivée progressivement à ce degré de valeur, cette boisson ne se consomme pas, le ferment continue son œuvre ; il bourgeonne avec lenteur, il épuise doucement la nourriture qu'il trouve dans les matières qui sont en dissolution dans la bière, il fait disparaître jusqu'à la dernière molécule du corps fermentescible ; à ce moment, la bière est à son plus haut point d'atténuation, à partir de là toutes les qualités acquises diminuent, l'alcool, les éthers s'évaporent, et le moins qui puisse arriver, c'est que la bière ne soit plus qu'un liquide éventé. »

Aussi doit-on dire d'une manière générale que dans toute bière où l'on peut observer la cessation de la fermentation ultérieure, et conséquemment où il n'y a plus production d'acide carbonique, il est néces-

saire de raviver le phénomène fermentatif dans une mesure convenable, surtout si cette bière doit séjourner encore un certain temps dans les caves avant d'être livrée à la consommation. On obtient ce résultat par l'addition de matieres alimentaires pour la levûre ; si ces matières manquent, par une addition de levûre si l'extrait existe encore en proportion suffisante ; par l'addition de l'extrait et de la levûre, c'est-à-dire des *Kraeusen*, dont nous parlerons plus loin, lorsque l'un et l'autre font défaut. Tout brasseur en possession d'un saccharimètre est à même de savoir ce qu'il doit ajouter à sa bière, si c'est de l'extrait, de la levûre, ou bien les deux, en supposant, naturellement, qu'il ait pesé le moût au moment de sa mise en levain et observé la marche de la fermentation.

Malheureusement, l'usage du thermomètre et du saccharimètre pour le contrôle de la fermentation ultérieure, est encore trop méconnu dans un grand nombre de brasseries, beaucoup de praticiens se contentant uniquement des signes extérieurs perceptibles par les sens. Sans doute, on ne peut contester la haute valeur des notions d'une expérience pratique, mais il est de l'intérêt de chacun de compléter les observations des sens, par des données plus exactes et plus sûres, telles que les fournissent le thermomètre et le saccharimètre ; alors seulement de grands déboires seront évités.

Pour réaliser les conditions dans le détail desquelles nous venons d'entrer assez longuement afin d'en faire ressortir toute l'importance, on a reconnu la nécessité de procéder au décuvage des cuves de fermentation, avant que le phénomène se soit complètement accompli, c'est-à-dire de manière à laisser subsister dans la liqueur une certaine proportion de sucre et des diverses autres substances qui constituaient l'extrait du moût, autrement dit du résidu sec que l'on aurait obtenu après l'évaporation complète du liquide dans lequel ce résidu est en dissolution.

Calcul de l'atténuation. — On a appelé *atténuation* la proportion d'extrait qui disparaît pendant la fermentation, de telle sorte que zéro représenterait le degré d'atténuation d'un moût sortant des bacs-refroidissoirs, c'est-à-dire n'ayant encore subi aucune transformation alcoolique, tandis que le chiffre 100 figurerait le degré d'atténuation de ce même moût dans lequel, par suite de l'acte fermentatif, tout l'extrait aurait disparu.

Soit un moût renfermant 12 p. 100 d'extrait avant la fermentation et 5 p. 100 au moment où l'on dose la proportion d'extrait restant : on aura atténué (12—5) ou mieux fait disparaître 7 p. 100 d'extrait, le taux de l'atténuation sera donné par la proportion suivante :

$$7 : 12 :: x : 100, \text{ ou } \frac{1}{12} = \frac{x}{100}$$

d'où :

$$x = \frac{7 \times 100}{12} = \frac{700}{12} = 58.33\ \%$$

donc il restera 100 — 58.33 = 41.67 p. 100 d'extrait quand l'atténuation aura atteint 58.33 p. 100.

Pour une bière de garde, notamment, on a été amené à considérer que l'état du moût le plus favorable à la décuvaison était celui où la moitié environ de l'extrait sec avait disparu, ce qui veut dire que le degré d'atténuation serait représenté par 50. Dans ces conditions, le degré atteint dans l'exemple du calcul donné ci-dessus serait trop élevé, et il eût été nécessaire de rester en deçà.

Afin de ne pas laisser passer le moment favorable, le brasseur doit, du reste, procéder à la détermination du degré d'atténuation du moût dans lequel la fermentation tumultueuse commence à s'affaiblir, toutes les six heures à peu près lorsque l'on fait fermenter par en haut, et toutes les douze heures pour la fermentation basse.

Hâtons-nous de faire observer, d'ailleurs, que ce degré d'atténuation représenté par 50 et qui est celui auquel on s'arrête généralement en Bavière, ne constitue pas une règle absolue, à laquelle on ne doive déroger dans aucun cas.

En réalité, la quantité d'extrait à conserver dans la bière, doit être déterminée par le praticien, suivant

que celle-ci est appelée à rester plus ou moins longtemps dans les caves de repos et que la température de ces dernières est plus ou moins froide.

C'est ainsi que, pour les bières courantes, c'est-à-dire devant être consommées dans les 30 ou 45 jours de leur fabrication, certains brasseurs n'hésitent pas à pousser l'atténuation jusqu'à 65 ou 70 p. 100 en hiver et 72 à 78 p. 100 en été, afin d'éviter, une fois ces bières mises dans la cave du client, une refermentation trop violente qui les trouble et les rend acides en quelques jours.

En introduisant dans le foudre de conserve des moûts insuffisamment dépouillés d'une grosse partie de la levûre et contenant encore trop d'extrait, la fermentation ultérieure est trop considérable, la maturité est trop vite obtenue, l'acide carbonique, si nécessaire à la qualité, à l'aspect et au goût, ne se produit plus, la bière devient fade; l'air, entrant par le trou de bonde, développe les ferments de maladie, qui ont besoin de son oxygène pour se nourrir, et le produit final laisse, le plus souvent, beaucoup à désirer.

Détermination de la densité des moûts, par le saccharimètre de Balling. — Nous avons vu plus haut comment on détermine la densité d'un moût à l'aide du picnomètre. Cette détermination, lorsqu'il s'agit d'un moût ayant subi un commencement de fermentation, se fait de la même manière, bien que, à la vérité, le

résultat obtenu ne sera pas précisément exact, un liquide plus léger que l'eau, l'alcool, s'étant substitué dans le moût aux matières extractives qui ont disparu. Mais dans la pratique on ne tient pas compte de cette légère inexactitude.

On procède d'ailleurs d'une manière plus rapide à la détermination de la valeur saccharimétrique d'un moût, à quelque état qu'il se trouve, au moyen du saccharimètre Balling, généralement employé pour cet usage et qui n'est autre chose qu'un densimètre n'indiquant pas précisément la densité réelle d'un liquide, mais la quantité de sucre ou de substances diverses en dissolution dans 100 parties de ce liquide.

Les résultats fournis par cet instrument ne sont pas précisément exacts, car pour les avoir absolument rigoureux il faudrait tenir compte de l'alcool formé et qui modifie naturellemeut la densité du liquide ; il faudrait tenir compte, également, des autres substances extractives que contient le moût et qui ne sont pas toutes du sucre. Mais cette rigueur mathématique n'est pas trop nécessaire à poursuivre, et, dans la pratique, le brasseur peut fort bien ne pas se montrer aussi méticuleux.

Voici d'ailleurs comment est établi cet instrument et comment on l'utilise.

Le saccharimètre dont il s'agit n'est autre chose qu'un densimètre ne donnant pas le poids d'un

liquide, mais uniquement la quantité de sucre en dissolution dans 100 parties de liquide.

La façon dont il est gradué indique d'ailleurs suffisamment le but recherché dans sa construction.

Chacun connaît la forme d'un densimètre, qui affecte celle d'un tube fortement renflé à sa base et lesté avec du mercure ou des petits plombs, de manière à ce qu'il puisse se tenir verticalement en suspension dans un liquide où la tige mince plonge plus ou moins profondément, suivant que la densité du liquide est plus ou moins forte.

Voici comment est gradué le saccharimètre de Balling (fig. 16) :

On plonge d'abord l'instrument dans une éprouvette contenant de l'eau distillée et on marque 0 au point d'affleurement. On prépare ensuite une solution de sucre candi pur et anhydre, telle qu'elle contienne 5 parties de sucre pour 95 parties d'eau distillée, on y plonge le saccharimètre qui s'arrête en un point que l'on note et que l'on marque 5. Successivement, on essaie celui-ci dans des solutions de plus en plus riches en sucre, contenant 10, 15, 20 parties de sucre pour 90, 85, 80 parties d'eau distillée, et l'on marque sur la tige les degrés correspondants : 10, 15, 20, etc. Enfin on divise

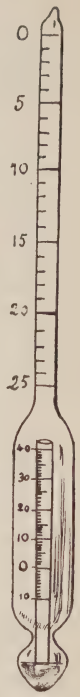


Fig. 16.

l'espace compris entre chaque graduation, en cinq parties égales.

Cet instrument, plongé dans un liquide sucré tel qu'un moût de bière, nous donnera, naturellement, la proportion de sucre contenue dans ce moût. Mais pour que les indications fournies soient exactes, encore faudrait-il que la température fût constante, attendu que suivant que cette température est plus ou moins élevée, le liquide se dilate plus ou moins et conséquemment pèse moins ou davantage, de telle sorte que, pour des liqueurs contenant la même proportion de sucre, on pourrait obtenir des résultats différents, d'après le degré de température à laquelle la pesée serait faite.

Le saccharimètre de Balling est construit de façon à éviter ces erreurs. En effet, la partie renflée inférieure renferme un petit thermomètre dont la tige est munie de deux graduations, l'une ordinaire établie d'après l'échelle de Réaumur, l'autre de correction, indiquée à l'encre rouge et dont le zéro correspond à 14 degrés Réaumur, température qui correspond à 17 degrés 1/2 centigrades et qui est celle à laquelle ont été réglées les indications exactes de l'instrument.

L'échelle de correction est graduée de telle manière que un degré en dessus ou en dessous de zéro équivaut à un dixième de degré saccharimétrique. Par suite, si la température est supérieure à 14 degrés

Réaumur, il faut ajouter le nombre de degrés lu sur les divisions rouges du thermomètre à celui du saccharimètre; au contraire, si la température est inférieure, c'est une soustraction qu'il faut faire. Enfin, la température étant à 14 degrés Réaumur ou à 17 degrés 5 centigrades, le chiffre lu sur la grande tige est exact.

Ceci posé, voici comment on doit se servir de cet instrument.

Le saccharimètre étant plongé dans l'éprouvette remplie du liquide à essayer, on l'y maintient pendant une minute ou deux pour qu'il prenne exactement la température du milieu dans lequel il se trouve. On constate alors le degré saccharimétrique sur la tige graduée, en regardant au-dessous du ménisque formé par le renflement de la liqueur au point d'affleurement, puis on note exactement, sur l'échelle du thermomètre placé dans la partie inférieure de l'instrument, le nombre des degrés au-dessus ou au-dessous du degré normal, pour les ajouter au chiffre de la première observation ou les en retrancher, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut.

Supposons, par exemple, que le saccharimètre, plongé dans un moût de bière, indique un degré saccharimètrique de 12.6 et que la température du liquide soit telle que la colonne mercurielle du thermomètre s'arrête à la troisième division de l'échelle de correction au-dessous de zéro. Dans ce cas, la

quantité d'extrait sera égale à 12. 6 — 0. 3 = 12. 3 p. 100. Si, au contraire, le degré saccharimétrique marqué par l'instrument étant également de 12.6, la température du moût avait fait monter la colonne mercurielle à 2 divisions au-dessus du zéro de la table de correction, la richesse saccharimétrique réelle serait de 12.6 + 0.2 = 12.8 p. 100.

Les résultats ci-dessus indiquent que les moûts soumis à l'épreuve du saccharimètre, contiennent dans le premier cas 12.3 p. 100 et dans le second 12 8 p. 100 de sucre, autrement dit 123 grammes et 128 grammes par litre. L'emploi de cet instrument nous fournit donc un procédé simple et rapide de doser la quantité d'extrait contenu dans un moût, et il évite au brasseur la nécessité de recourir au dosage assez compliqué que l'on obtient en prenant la densité du moût avec la balance Westphal, ou avec le picnomètre.

Sans doute ces derniers procédés sont excellents, et ils donnent des indications beaucoup plus précises que le saccharimètre; mais ces méthodes ont le tort de ne pas être très pratiques et d'exiger, de la part de ceux qui veulent les employer, d'être plus familiarisés qu'ils ne le sont en général avec les manipulations du laboratoire. Or, la plupart du temps, c'est à l'ouvrier qui dirige l'atelier de fermentation, qu'incombe la fonction de constater, dès le début de l'opération, la valeur du moût mis en travail et, successivement, les

pertes d'extrait qu'il subira au cours de la fermentation. Cet ouvrier doit avoir en main un instrument commode pouvant lui fournir rapidement, par une simple observation, le renseignement qu'il cherche, et nul autre ne réalisera mieux ce but que le saccharimètre dont nous venons d'indiquer le mode de fonctionnement.

Il est surtout précieux pour observer le degré d'atténuation, en effectuant des dosages successifs à différentes périodes de la fermentation, dont il est ainsi facile de suivre les progrès, pour peu que l'on prenne soin de marquer sur une pancarte en ardoise, dont chaque cuve-guilloire doit être munie, d'abord la richesse initiale du moût en sucre, et, successivement, les différents degrés saccharimétriques constatés ultérieurement.

Pour calculer le degré d'atténuation réalisé à un moment donné, voici comment il y a lieu de procéder :

Connaissant le degré saccharimétrique avant la mise en fermentation et celui constaté à un moment quelconque de l'acte fermentatif, on divise la différence entre les deux chiffres par le degré initial, et on multiplie le résultat par 100.

EXEMPLE :

Le Balling a donné 14.5 à la mise en fermentation,

et 8 au moment où la fermentation tumultueuse commence à diminuer. On aura le calcul suivant :

$$\frac{14.5 - 8}{14.5} \times 8 \text{ ou } \frac{6.5}{14.5} \times 100 = \frac{650}{14.5} = 44.83\,\%$$

Si on a voulu atteindre le degré d'atténuation 60, l'opération n'est pas atteinte.

AUTRE CALCUL :

Puisque nous voulons atteindre une atténuation de 60 p. 100, cela revient à dire que nous entendons laisser subsister dans le liquide 40 p. 100 d'extrait.

Soit donc un moût dosant, initialement, 13 p. 100 d'extrait, il devra rester au moment du décuvage :

$$\frac{13 \times 40}{100} = \frac{520}{100} = 5.20.$$

En d'autres termes, aussitôt que le saccharimètre descendra à 5. 20, l'opération devra cesser, ce qui permet, ayant fait le calcul par avance, de ne plus avoir qu'une seule mesure à consulter.

S'agit-il par exemple, d'une bière de consommation devant être atténuée jusqu'à 75 p. 100 et pesant, initialement, 14.3 au Balling ? la proportion d'extrait à maintenir n'est plus ici que de 25 p. 100 ou :

$$\frac{14.3 \times 25}{100} = 3.57.$$

Dans ce cas, on décuvera lorsque le saccharimètre donnera 3.57 p. 100, toutes corrections faites.

Assurément, nous devons le répéter, les indications du saccharimètre ne sont pas d'une exactitude absolue. En effet, d'une part, lorsque l'on prend le degré initial du moût avant toute fermentation, on opère en somme sur un liquide qui n'est pas exclusivement composé de sucre et d'eau, mais dont l'extrait est formé de sucre, de dextrine, de sels minéraux, de substances diverses dérivées du houblon, etc. ; d'autre part, si l'on prend ce degré au cours de la fermentation, on opère alors sur une liqueur dans laquelle s'est constitué un produit plus léger que l'eau, c'est-à-dire l'alcool, qui, naturellement, modifie la densité du liquide.

Mais nous répéterons aussi que les différences résultant de ces variétés de composition, sont négligeables dans la pratique, et qu'au surplus les indications fournies par le saccharimètre donnent au brasseur des éléments comparatifs d'appréciation, toujours suffisants pour que celui-ci puisse opérer d'une façon constamment régulière, ce qui est l'essentiel.

Détermination, au moyen du densimètre, de la richesse alcoolique d'un moût au cours ou à la fin de la fermentation.

Le brasseur a le plus grand intérêt à déterminer,

au cours même de la fermentation, de même qu'après le décuvage, la richesse alcoolique d'un moût soumis à cette opération. Voici un procédé aussi simple que pratique, pour arriver à cette détermination.

Nous avons vu d'après l'équation établie par l'illustre Pasteur, que le rendement théorique du sucre en alcool, par le fait de la fermentation, équivalait à environ 48.06 p 100 en poids.

Si les moûts n'étaient composés que de sucre et d'eau, rien ne serait plus facile que d'en déterminer la richesse saccharine et d'en évaluer le rendement ultérieur en alcool. Il suffirait d'en constater la densité à l'aide d'un densimètre.

Cet instrument est gradué de telle sorte, qu'il donne directement la pesanteur spécifique même des liquides plus lourds que l'eau. Il est lesté de façon à plonger dans l'eau pure, jusqu'au point situé à l'extrémité supérieure de la tige, point que l'on a marqué du chiffre 100, représentant 100 décagrammes ou 1,000 grammes, poids d'un litre d'eau. Des dissolutions de sucre, dont la densité avait été préalablement constatée par la balance, ont servi à graduer l'échelle jusqu'à la partie inférieure de la tige ; les intervalles d'une division à l'autre forment les degrés, qui sont eux-mêmes divisés en dix parties chacun. Chaque degré correspond à un décagramme, et chaque dixième de degré à un gramme : ainsi, un liquide sucré dans lequel l'instrument s'arrête, par exemple, à 104 de-

grés 8, pèse, à la température de 15 degrés centigrades[1], 1,048 grammes par litre. Soit un sirop d'une densité de 1,515, celle de l'eau étant prise pour unité, le densimètre plongé dans la dissolution marquera 15 degrés 5, et l'on aura le poids du sucre contenu dans un litre, par la proportion 1,515 : 51,5 : : x : 1,

$$\text{d'où } x = \frac{1515}{51,5} = 0,0294174757.$$

Le densimètre donne donc, pour les dissolutions purement sucrées, 2 kil. 94174757, comme poids du sucre dissous par degré et par hectolitre ; mais ce n'est là qu'une indication approximative, sujette à correction.

Des expériences auxquelles s'est livré M. Maumené, pour déterminer, d'une part la pesanteur spécifique du sucre, d'autre part la relation qui existe entre la densité des dissolutions sucrées et la quantité de sucre qu'elles contiennent, il résulte que cette quantité n'est pas absolument proportionnelle à la densité du liquide et que, sans descendre toutefois au-dessous

[1] Pour la graduation du densimètre, on s'est servi de liquides à 15 degrés du thermomètre centigrade, de sorte que, si l'on opère sur les dissolutions d'une autre température, à moins qu'il n'y ait qu'une faible différence, il y a lieu de les ramener à cette température normale. Toutefois, dans la pratique, pour aller plus vite, on admet que l'atténuation de densité résultant de l'élévation de la température des liquides soumis à l'épreuve est, en moyenne, de un dixième de degré du densimètre pour chaque série de trois degrés de température, et l'on se borne à corriger, d'après cette base, les données de l'instrument.

de 2 kil. 68 par hectolitre et par degré, elle diminue à mesure que la densité s'élève.

Chaque degré du densimètre, si nous en référons à l'équation Pasteur, devrait donc, théoriquement, accuser, au minimum, par hectolitre de liquide exclusivement composé de sucre et d'eau, un rendement en alcool pur, représenté par

$$2{,}68 \times 48{,}06 = 1 \text{ kil. } 288.$$

C'est ce qui arriverait si la fermentation ne laissait rien à désirer, et si certaines substances non transformables en alcool, substances dont la densité agit sur l'instrument dans le même sens que celle du sucre, ne venaient fausser les données densimétriques, au point de vue de l'évaluation de la richesse saccharine. C'est précisément ce qui a lieu lorsqu'il s'agit du moût de bière, produit dans la composition duquel il n'entre pas seulement de l'eau et du sucre, mais aussi de la dextrine, de la glutine, de l'extrait de houblon, de la diastase et des sels.

Après la fermentation, les matières non transformées ont nécessairement conservé leur densité primitive. Si l'on procède alors à une nouvelle pesée, et si l'on en compare les résultats avec ceux de la première, la différence indiquera le poids du sucre transformé, plus l'atténuation de densité, résultant de ce que l'alcool produit a une pesanteur spécifique inférieure à l'eau.

Une double pesée, l'une avant, l'autre après la fermentation, est donc le seul moyen de constater la quantité de sucre transformée, et, par suite, de calculer la quantité d'alcool produite. Si le liquide expérimenté ne contenait primitivement que de l'eau et du sucre, et si, d'ailleurs, la fermentation était complète, le densimètre, à la seconde épreuve, ne marquera plus aucun degré. Dans le cas contraire, et c'est le cas du moût de bière, la densité du liquide fermenté comprendra celle des substances non transformées, atténuée de l'écart produit par la formation de l'alcool. Mais cet écart est facile à déterminer.

Étant donné qu'à la température de 15 degrés centigrades la densité de l'eau est de 0,99912, et celle de l'alcool anhydre de 0,79433, soit une différence de 0,20479, le taux pour cent de l'atténuation s'obtient par la proportion suivante :

$$0{,}99912 : 0{,}79433 :: 100 : x, \text{ d'où } x = 20{,}49.$$

Cela posé, on voit que chaque degré densimétrique trouvé en moins après la fermentation ne correspond plus à 2 kil. 68 de sucre décomposé par hectolitre, mais que ce chiffre, exagéré de 20.49 p. 100, doit être ramené à 2 kil. 14.

$$\text{En effet : } 2^{k}\,68 - \frac{2.68 \times 20.49}{100} = 2^{k}68 - 0{,}54 = 2^{k}14.$$

De plus, si l'on tient compte des 6 p. 100 environ

qui se transforment en produits étrangers à l'alcool, on reconnait que 2 kil. 02 de sucre, seulement, peuvent concourir à la production alcoolique, et qu'en définitive le rendement théorique en alcool des dislutions sucrées, doit être évalué, par hectolitre de liquide et par degré du densimètre, à 1 kil. 03 en poids et à 1 kil. 30 en volume[1].

Le calcul de la quantité contenue dans une solution sucrée dont on a constaté la densité avant et après la fermentation, revient donc à faire la différence entre les deux densités et à multiplier cette différence par 1.30; on aura ainsi le degré alcoolique de la bière.

Il n'est pas inutile de dire que ce coefficient de 1.30 peut être considéré comme un minimum susceptible d'être dépassé lorsqu'il s'agit de moûts de bière, c'est-à-dire de liquides renfermant une certaine quantité de dextrine. Bien qu'elle ne soit pas directement fermentescible, cette substance n'en subit pas moins, partiellement, la fermentation alcoolique. Sous l'influence de la diastase qui est restée en dissolution dans le liquide, elle se saccharifie à mesure que la fermentation décompose le sucre primitivement formé. De là vient que la quantité d'alcool produite est finalement

[1] Le volume d'un poids déterminé d'alcool s'obtient, comme on le sait, en divisant ce poids par la densité de l'alcool, laquelle est, comme nous l'avons vu plus haut, de 0,79433.

Or : $\frac{1,03}{0,79433} = 1,296$, soit, en chiffre rond, 1 lit. 30.

supérieure à celle qui dérive de la conversion du sucre existant au moment de la mise en fermentation, et que l'on ne pourrait pas, dès lors, préjuger exactement la quantité d'alcool qui serait fournie après fermentation, par un moût dont on aurait fait préalablement le dosage saccharimétrique. Mais hâtons-nous

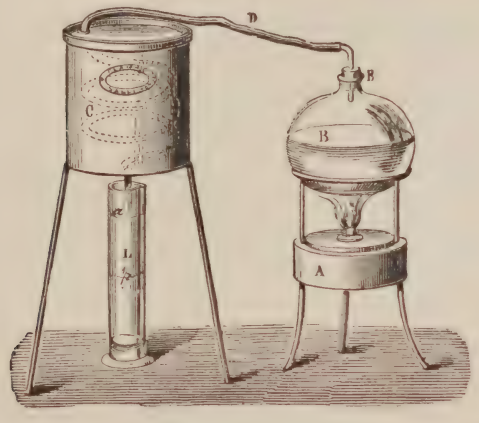


Fig. 17.— Alambic Salleron.

de dire que l'écart est peu sensible, et négligeable dans la pratique.

Dosage de l'alcool par la distillation. — Un procédé plus exact de dosage de l'alcool réside dans la distillation.

On se sert, à cet effet, de l'alambic Salleron, qui se compose : 1° d'un petit ballon en verre servant de chaudière, lequel communique, au moyen d'un tube

en caoutchouc, avec un serpentin placé dans un réfrigérant supporté par trois pieds ; 2° d'une lampe à esprit-de-vin ; 3° d'une éprouvette en verre marquée à son sommet, d'un trait *a*, lequel limite la quantité de liquide à éprouver ; 4° de deux alcoomètres ; 5° d'un petit thermomètre ; 6° enfin d'une petite pipette en verre.

Voici maintenant la manière de procéder avec cet instrument.

On remplit deux fois l'éprouvette avec du moût fermenté, exactement jusqu'au trait *a*, et le contenu en est versé chaque fois dans la chaudière de l'appareil.

Puis, comme il reste un peu de moût attaché aux parois, on rince l'éprouvette avec un peu d'eau et l'on verse, de nouveau, cette petite quantité de liquide dans la chaudière.

Cela fait, on ferme la chaudière avec le bouchon adapté au tube en caoutchouc qui communique avec le serpentin ; ce dernier est rempli d'eau froide, on place la burette sous le serpentin, et la lampe à esprit-de-vin sous la chaudière, et on allume cette dernière. Le liquide contenu dans la chaudière ne tarde pas à entrer en ébullition ; la vapeur s'engage dans le serpentin, s'y condense et tombe dans l'éprouvette ; on renouvelle de temps en temps l'eau du réfrigérant, qui, en s'échauffant outre mesure, ne condenserait plus les vapeurs alcooliques.

On continue la distillation jusqu'à ce que le liquide

recueilli dans l'éprouvette parvienne exactement au trait *a ;* puis on attend quelques instants pour laisser au liquide le temps de se refroidir à la température ambiante, et alors on y plonge simultanément l'alcoomètre et le thermomètre Lorsque ce dernier a pris la température du milieu dans lequel il se trouve, on note les indications fournies par les deux instruments, et on on recherche alors dans les tables de richesse de Gay-Lussac qui accompagnent l'instrument, la richesse alcoolique du produit de la distillation.

Exemple : L'alcoomètre marque 15 degrés et le thermomètre 17 degrés ; on cherche dans la première colonne horizontale le chiffre 15, et on descend verticalement dans cette colonne jusqu'à ce que l'on soit en face du chiffre 17 de la première colonne verticale ; on a le chiffre 14.7 qui représente, à 15 degrés centigrades, le volume de l'alcool dans le liquide distillé.

Mais il ne faut pas perdre de vue que le liquide distillé a un volume deux fois moindre que celui du moût fermenté soumis à la distillation, puisque l'on a versé dans la chaudière deux fois le contenu de l'éprouvette remplie jusqu'au trait *a*, et que l'on n'a recueilli qu'une seule fois ce volume de produit distillé. Conséquemment, la quantité d'alcool contenue dans ce dernier est deux fois plus forte, puisque tout l'alcool du moût fermenté y a passé. Il faut donc prendre la moitié seulement du chiffre trouvé ci-

dessus, soit 7.35, qui représentera le degré alcoolique du moût éprouvé.

Lorsque l'on procède à la distillation des moûts de bière, il y a lieu de prendre certaines précautions, en raison de l'acide carbonique que renferme cette liqueur, lequel, sous l'influence de la chaleur, soulève le liquide qui s'engage alors, avec les vapeurs, dans le serpentin, pénètre dans le récipient où il se mélange au produit de la distillation, et fausse ainsi les indications de l'alcoomètre.

On évite cet inconvénient en ajoutant purement et simplement dans la chaudière quelques gouttes d'huile ou une légère pincée de tanin, au liquide à distiller.

Observations au sujet des aréomètres.

La lecture des degrés sur l'échelle des instruments servant à peser les liquides exige une grande attention. Lorsque l'aréomètre (alcoomètre, saccharimètre, densimètre, etc.), est au repos dans le liquide où il est plongé, on remarque, autour de la tige, une sorte d'anneau ou petit renflement, formant avec la surface du liquide une petite courbe concave. Désignée, en physique, sous le nom de *ménisque*, cette courbure est due au phénomène de *capillarité* qui se produit toutes les fois qu'un liquide mouille un corps avec

lequel il est en contact. Dans l'appréciation du point d'affleurement, on ne doit pas en tenir compte, et le degré densimétrique doit être noté, non au sommet de la courbe, mais d'après l'indication correspondant à la surface plane du liquide. Sans cette précaution, on serait exposé à commettre des erreurs assez sensibles.

Ces instruments eux-mêmes, demandent quelques soins. Ils doivent être entretenus dans un état de propreté absolue. Tout corps étranger se fixant à la surface de l'instrument en augmenterait le poids et en fausserait nécessairement les indications. La moindre rugosité de la surface peut aussi empêcher de le mouiller parfaitement. Il en résulte une sorte de frottement, par suite duquel l'instrument reste quelquefois au point où on le pose, sans prendre son équilibre de lui-même. Les souillures peuvent encore avoir pour effet de retenir, attachées aux parois, de petites bulles d'air imperceptibles, qui, faisant l'office de petits ballons, rendent l'instrument plus léger, et sont susceptibles de le faire émerger plus qu'il ne convient. Il importe donc qu'avant et après chaque opération, les instruments servant au pesage des liquides soient lavés dans l'eau froide et soigneusement essuyés avec un linge sec bien propre. Il faut surtout éviter le contact des corps gras. Si, à l'usage, on s'apercevait que le liquide à peser ne mouille pas la tige de l'instrument, on nettoierait celui-ci au moyen d'une solution de soude ou de potasse.

Pour peser un liquide, on l'introduit dans un tube approprié, appelé *éprouvette,* que l'on remplit à peu près jusqu'au bord ; on place, aussitôt, dans la rainure qui lui est réservée, le thermomètre destiné à prendre la température, en l'assujettissant sur le bord, au moyen du crochet dont il est pourvu. On prend ensuite l'aéromètre par l'extrémité de la tige et on le descend doucement dans le liquide, en le laissant glisser entre le pouce et l'index, jusqu'à ce qu'il commence à flotter; on l'abandonne alors avec précaution, sans secousse. Il importe, en effet, de ne mouiller que la partie de la tige qui doit être immergée, autrement la tige, chargée de liquide, rendrait l'instrument trop lourd et fausserait l'opération. Avant de noter le degré, il faut attendre que l'instrument soit à son point d'arrêt, c'est-à-dire qu'il reste fixe, et qu'il ne se dégage plus du liquide aucune bulle d'air. Lorsque tout est en repos, on lit le numéro ou le degré inscrit au point d'affleurement, puis on imprime à la tige un léger mouvement dans le sens vertical, pour s'assurer que le point d'arrêt reste bien toujours le même. On note enfin la température en retirant le thermomètre.

La liberté des mouvements de l'alcoomètre ou du densimètre étant la condition essentielle d'une bonne opération, les tubes, éprouvettes ou étuis destinés à recevoir les liquides à peser, doivent, autant que possible, être cylindriques et présenter une hauteur suf-

fisante pour que l'instrument, au repos, n'en touche pas le fond ; ils doivent, en outre, avoir un diamètre qui permette à l'instrument de s'y mouvoir, sans toucher les parois, où ils risqueraient de s'attacher. On ne doit pas, bien entendu, se servir de vases malpropres, ou sur lesquels le liquide à éprouver aurait une action décomposante. Enfin, les éprouvettes en verre sont généralement préférées aux autres, non seulement parce qu'elles sont plus faciles à nettoyer, mais encore parce qu'elles se prêtent beaucoup mieux à l'observation et à la lecture des degrés de l'échelle aréométrique.

CHAPITRE XII

Les succédanés du malt : observations générales touchant les grains crus ; l'orge crue ; l'avoine ; le froment. — Le maïs : maltage du maïs ; procédé de maltage du maïs ; faut-il employer le maïs malté ou le maïs cru ; brassage du maïs et du riz ; travail américain : système par infusion ; le riz. — Les pommes de terre. — Les sucres et sirops de glucose. — Considérations particulières au sujet de l'emploi des succédanés du malt.

Les succédanés du malt.

Observations générales touchant les grains crus. — On peut dire d'une manière générale que tout végétal contenant de la fécule ou de l'amidon peut servir à la production de la bière.

La germination a pour but, en donnant naissance à de la diastase, de saccharifier une partie de l'amidon, c'est-à-dire de transformer un corps insoluble en un autre qui peut se dissoudre et qui, soumis à la fermentation, donne naissance à l'alcool.

Mais nous avons vu que, en dehors de l'orge germée, on peut obtenir de la bière non seulement avec d'autres matières amylacées ayant, comme l'orge,

subi l'opération du maltage, mais encore avec ces mêmes matières à l'état cru, soit qu'à la cuve l'amidon provenant de ces dernières trouve, au contact des grains maltés soumis au brassage, la quantité de diastase suffisante pour réaliser la saccharification, soit qu'on y ajoute cette substance artificiellement.

La brasserie retire de grands avantages de cette possibilité; aussi pratique-t-elle sur une large échelle le mélange, à la cuve de saccharification, des moûts de diverses provenances, fournis par d'autres grains que l'orge, maltés ou crus.

D'une part, en effet, d'autres céréales qui peuvent être employées dans la fabrication de la bière offrent une richesse en amidon très grande, tout en n'atteignant que des prix commerciaux peu élevés. Il est évident, dès lors, que, du moment où l'on peut, sans inconvénient, en introduire une quantité notable dans un brassin, le prix de revient de la bière sera, en définitive, très sensiblement diminué.

D'un autre côté, le maltage est une opération longue et délicate. La fabrication d'un produit de bonne qualité exige des installations matérielles qui font défaut dans un grand nombre d'établissements; elle exige des ouvriers très exercés, et présente, en somme, des difficultés très sérieuses. Elle est coûteuse par l'installation qu'elle exige et la main-d'œuvre ou la force motrice qu'elle nécessite. De plus, elle entraîne une perte de matières utiles dont

beaucoup de brasseurs ne se rendent pas compte, et qui est beaucoup plus grande qu'on ne le croit généralement.

Sans parler, en effet, des pertes qui se produisent au mouillage des grains et qui résultent de l'entraînement, par l'eau de trempage, de matières solubles dont l'utilité de la présence dans la bière serait souvent au moins problématique, il s'effectue, dans le grain en germination, un travail chimique très actif, dont le résultat final est la disparition d'une partie fort importante de l'amidon qui constitue la matière première apportant au moût les sucres et les dextrines, c'est-à-dire ses éléments les plus essentiels.

Tout cela fait que sur 100 parties de grain chimiquement sec, que l'on soumet au maltage, on ne retrouve guère que 87 à 89 parties de malt également sec, la perte de 11 à 13 p. 100 étant, pour plus des quatre cinquièmes, représentée par de l'amidon qui, utilisé d'une autre manière qu'à la nourriture de l'embryon dans l'acte germinatif, aurait pu être converti en maltose et en dextrine et faire partie intégrante de la bière fabriquée. Tout le monde sait, en effet, que le rendement des grains en malt varie généralement de 76 à 80 p. 100, en tenant compte de la perte subie par l'évaporation de l'eau contenue dans le grain, c'est-à-dire, pour parler comme les malteurs, qu'il faut en moyenne de 125 à 130 kilogrammes de grain cru pour faire 100 kilogrammes de malt mar-

chand. Ce malt renfermant encore 3 à 4 p. 100 d'humidité, on voit que 100 kilogrammes de grain ne rapportent guère plus de 75 kilogrammes de malt chimiquement sec.

La perte est réellement plus grande encore ; une partie en est dissimulée par le fait que l'amidon du malt n'est plus identique à l'amidon du grain dont il provient, attendu qu'une transformation chimique s'est opérée, dont le résultat a été de fixer, dans le premier, une proportion d'eau faisant désormais partie intégrante de sa molécule, et que la dessication opérée dans les conditions ordinaires est incapable de chasser.

Néanmoins, beaucoup de brasseurs hésitent à substituer une proportion plus ou moins importante de grains crus au malt d'orge, dans leurs brassins, parce que, faute d'avoir procédé d'une manière convenable, ils n'ont pas obtenu, dans ce mode de production, tous les avantages qu'ils auraient pu recueillir, lors même que l'économie qu'ils attendaient n'a pas été remplacée par une perte sèche, la totalité de l'extrait que les matières sont susceptibles de produire n'ayant pas été fournie, en raison du mode défectueux de traitement suivi.

Nous allons passer en revue les diverses espèces de grains qui, éventuellement, peuvent être employés en brasserie, soit à l'état cru, soit après leur avoir fait subir l'opération du maltage, en indiquant, pour

chacune d'elles, le traitement qui leur est applicable.

L'orge. — Nous ne nous occuperons pas de l'orge maltée, qui a fait l'objet d'un examen complet.

L'orge crue, dans de certaines proportions et par raison d'économie, peut être également employée dans la brasserie, de concert avec le malt. Mais son emploi apportera certaines modifications dans le goût de la bière. Le malt, en effet, s'aromatise par le touraillage, et cet arôme particulier n'existe pas dans le grain cru. Le travail ordinaire devient aussi plus difficile et peut amener des mécomptes dans la fabrication. Quand on emploie le grain cru, il faut pouvoir disposer d'un malt très riche en diastase pour pouvoir saccharifier le surplus d'amidon qu'on lui donne à saccharifier. La transformation de l'amidon du grain cru en empois ne se fait pas aussi facilement, et il faut des températures beaucoup plus élevées que celles employées communément pour la saccharification du malt; or, cette augmentation de température exerce une mauvaise influence sur l'effet saccharifiant de la diastase.

Pour ces motifs et pour d'autres encore qu'il serait inutile et trop long d'énumérer, voici le traitement rationnel auquel il convient de soumettre l'orge crue employée en brasserie :

Avant de faire usage de l'orge crue, il est nécessaire de la débarrasser de ses impuretés : on devra lui faire subir un lavage énergique, et il est à con-

seiller même de la soumettre à un trempage préalable, pour enlever les matières grasses et autres substances nuisibles de nature à donner un mauvais goût à la bière. L'orge qui a été trempée ou lavée, passe naturellement sur la touraille, où elle subit une dessication qui permettra de la moudre.

La farine d'orge crue est ensuite portée à la température de l'ébullition dans une chaudière à part, et la quantité d'eau que l'on doit y ajouter dépend du volume que le mélange doit occuper dans la cuve-matière pour parfaire la trempe de saccharification. On ajoute à cette orge crue une proportion de 10 p. 100 de malt moulu ; on brasse le tout ensemble, et on élève successivement la température jusqu'à 65 degrés centigrades, tout en remuant continuellement la matière pour ne pas la laisser brûler ; on maintient cette température pendant une demi-heure, puis on pousse vivement à l'ébullition que l'on prolonge pendant vingt minutes ; on laisse ensuite refroidir la masse jusqu'à ce qu'elle soit descendue à la température qu'elle doit avoir pour parfaire la trempe de saccharification; on peut également amener la masse à la température voulue en y additionnant de l'eau froide, on la déverse ensuite dans la cuve-matière où l'on a traité au préalable le restant du malt à employer, et les deux masses réunies doivent donner la température exigée pour la saccharification.

L'addition du malt au grain cru en chaudière, a pour effet de faciliter la liquéfaction de l'amidon; nous savons, en effet, que la diastase a un double pouvoir : celui de liquéfier l'amidon, celui de transformer l'amidon empesé en dextrine et en sucre. A la température de l'ébullition, tout l'amidon se transformera en empois, mais une partie sera rendue soluble par la présence de la diastase; cet amidon soluble se laissant plus facilement transformer en dextrine et en sucre, il en résultera, d'une part, une diminution dans la quantité de malt à employer en cuve-matière pour opérer la saccharification de la masse; mais, d'autre part, l'amidon se trouvera dans un état plus apte à subir l'action saccharifiante. Il y a donc compensation, mais, avec ce procédé, on aura la garantie que tout l'amidon aura été transformé en dextrine et en sucre. Cette garantie est surtout précieuse, quand la mouture renferme des grumeaux : ceux-ci, en effet, se laissent difficilement hydrater, et, dès qu'ils se trouvent en contact avec l'eau chaude, leur extérieur se transforme en empois; or, l'empois étant un liquide visqueux qui se laisse difficilement pénétrer par l'eau, il est nécessaire d'avoir recours à un dissolvant qui, dans le cas qui nous occupe, est la diastase.

L'orge, ayant été préparée comme nous venons de le dire, est versée dans la cuve-matière pour former la trempe de saccharification, si l'on emploie la

méthode par infusion; mais si on emploie la méthode mixte ou par décoction, on prend alors, au lieu d'additionner 10 p. 100 de malt en chaudière, une partie de l'extrait de la cuve-matière pour l'ajouter à la préparation d'orge, ce qui formera soit la lautermeische ou la dickmeische.

Un traitement plus rationnel encore des grains crus, consiste dans l'emploi d'un autoclave qui permet de soumettre les grains à une pression de vapeur de deux et demie à trois atmosphères.

Par ce procédé, tout l'amidon non seulement se transforme en empois, mais encore il se liquéfie complètement, de sorte que si l'on fait usage d'une dissolution d'amidon de cette nature, après refroidissement préalable, bien entendu, pour la jeter dans la trempe de saccharification, il y aura transformation immédiate et complète en dextrine et en maltose, alors même que le malt employé serait de médiocre qualité, c'est-à-dire ne renfermerait que peu de diastase.

D'un autre côté, une plus grande quantité de substances albuminoïdes se trouvent également dissoutes, dont, notamment, une proportion relativement importante d'amides favorables à la nutrition de la levûre et conséquemment à la fermentation, mais, en même temps, d'autres matières de même nature qui, sous forme de glutine, ne sont ni assimilables par la levûre, ni coagulables par la cha-

leur, que l'on peut éliminer toutefois par une ajoute de tanin en chaudière.

Enfin, aux températures élevées, obtenues en autoclave, il se produit également une caramélisation du sucre, que l'on peut éviter, d'ailleurs, en ajoutant au produit soumis à ce traitement environ 5 p. 100 d'acide tartrique; sans cette addition, tout le sucre passerait à l'état de caramel, et il en résulterait évidemment une perte. Hâtons-nous de dire, d'ailleurs, qu'une petite partie de caramel est loin d'être nuisible, attendu que cette substance contribue plutôt à donner un bon goût au moût; au surplus, il s'en produit toujours pendant le touraillage du malt.

L'avoine. — L'avoine est peu employée, sauf cependant pour quelques bières spéciales comme celles de Louvain, de Hougaerde, etc. Certes, elle donne à la bière un goût particulier qui la fait rechercher par certains brasseurs, et la quantité de matières grasses et azotées qu'elle renferme, contribuent à donner à la bière qu'elle produit un moelleux tout spécial, mais on ne saurait toutefois conseiller son emploi, car elle rend les bières louches.

L'étude de l'avoine ne nous offre donc pas grand intérêt; d'ailleurs, son emploi dans de certaines proportions, en brasserie, ne saurait être avantageux au point de vue de la fermentation, attendu que cette céréale ne renferme presque pas de substances albuminoïdes capables de nourrir la levûre, ni de sels

minéraux comme l'acide phosphorique, la potasse, etc.

Le froment. — Le froment, de même que l'avoine, ne s'emploie que pour certaines bières particulières et notamment pour les bières de Bruxelles, dites à fermentation spontanée. Les bières de froment sont généralement très moelleuses, elles ont beaucoup de ton, de bouche et de corps, grâce à la surabondance de substances albuminoïdes qui entrent dans le moût de bière; mais cette grande quantité de substances albuminoïdes, rend les bières très instables et surtout très difficiles à clarifier. Ces substances, en effet, constituent des milieux extrêmement favorables au développement des microorganismes, agents principaux de l'instabilité de la bière; ce sont eux aussi qui rendent la clarification difficile, car ils provoquent dans la bière le trouble connu sous le nom de double teinte. Ce n'est qu'au bout d'un temps assez long et alors que les microorganismes ont rempli leur rôle perturbateur et que les bières sont arrivées à maturité, qu'on parvient à obtenir clarification complète.

La quantité de matières albuminoïdes contenues dans le froment est très variable, suivant la qualité du grain. La cuisson de la farine de froment est rendue plus difficile par la présence d'une faible partie de gluten.

Les matières albuminoïdes du froment se rapprochent assez bien de celles de l'orge; nous ne nous

en occuperons pas davantage, d'autant plus que l'emploi du froment est assez limité.

En somme, le froment n'est employé que par les brasseurs qui, sans s'inquiéter de la conservation et de la clarté de la bière, veulent lui donner un cachet particulier, du ton et de la bouche, comme on dit communément. Ils ont recours à l'addition du froment parce qu'en réalité cette céréale donne un goût particulier. D'autres l'emploient également pour les bières dites de coupage, dans le but de renforcer de cette façon quelque peu le ton des bières courantes.

Quoi qu'il en soit, il est généralement admis par l'industrie, que le froment non malté ne doit pas entrer pour plus d'un quart dans la masse totale de la charge d'un brassin, soit 25 parties de blé contre 75 de malt. En outre, doit-on recommander de moudre les céréales crues et particulièrement le blé, beaucoup plus finement que le malt, et même de les réduire en farine.

Mais il convient d'insister sur ce point, qu'il faut un temps infini avant que les bières de froment soient potables, ce qui entraîne une forte avance de fonds, travail, emmagasinage, intérêt d'argent, etc.

Pour faciliter davantage la dissolution de l'amidon, certains brasseurs soumettent le froment à un maltage.

Dans ce cas, le mouillage du froment demande moins de temps que celui de l'orge, mais il est diffi-

cile de déterminer exactement le temps nécessaire, la durée du mouillage dépendant évidemment de la qualité du grain. Dans tous les cas, le froment ne peut pas être soumis à un mouillage prolongé, car, s'il absorbe trop d'humidité, il moisit, s'aigrit facilement et germe d'une façon très irrégulière. Il sera donc toujours préférable de restreindre la durée du mouillage, quitte à devoir arroser le grain, s'il n'était pas assez humide.

On doit avoir soin d'enlever les graines stériles qui surnagent à la surface de l'eau.

Lorsque le grain est suffisamment mouillé, on le met en tas de 15 à 25 centimètres de hauteur, suivant la température, et on l'y laisse jusqu'à ce qu'il commence à piquer, ce qui arrivera généralement au bout de 24 heures. Pendant ces 24 heures, un seul pelletage suffit. Le froment est ensuite disposé en tas de 10 à 15 centimètres de hauteur et on le retourne 3 ou 4 fois par jour ; si on maintient les tas à une température de 20 à 22 degrés centigrades, le grain sera germé au bout de 3 jours.

Pendant la germination, le froment devient complètement sec ; il convient donc de l'arroser avant le 3e jour. La répartition de l'eau doit se faire uniformément, en ayant soin de ne pas en verser trop pour ne pas provoquer un fort échauffement.

La germination du froment demande un renouvellement d'air continuel, si l'on ne veut pas le voir

moisir très promptement. Cette germination étant plus active que celle de l'orge, il est assez naturel qu'il faille un renouvellement d'air plus intense.

En ce qui concerne le touraillage du froment, il convient d'observer les principes suivis pour le touraillage des malts, c'est-à-dire qu'au commencement de l'opération la dessiccation doit se faire à grand courant d'air et à une température de 35 à 40 degrés, pour éviter la formation des grains vitreux. Lorsque la plus grande partie de l'humidité sera évaporée, on élèvera insensiblement la température pour arriver à la dessiccation complète.

Le maïs.

Le maïs est une céréale sur laquelle, à l'heure actuelle, l'attention des brasseurs est vivement portée, en raison de l'économie que l'emploi de ce grain apporte dans la fabrication de la bière et des bons produits qu'il fournit, lorsque la proportion employée n'est pas trop forte. Son usage s'est vulgarisé en Amérique, où il entre pour une large part dans la composition des brassins, 30 p. 100 environ.

Le maïs est très riche en amidon qui se saccharifie très bien. Le moût qu'il donne est généralement doux et brillant; pour combattre sa trop grande douceur, il est bon de forcer quelque peu la dose de houblon à employer.

La proportion centésimale moyenne des matières extractives non azotées du maïs, est de :

Amidon.....	58.96
Sucre.....	5.46
Dextrine.....	3.97
	68.41

De toutes les céréales, le maïs est celle qui renferme le plus de sucre.

Les quantités de substances albuminoïdes contenues dans le maïs sont assez grandes, mais elles sont insolubles, et, par suite, le moût qui en provient est peu favorable à la nutrition de la levûre. C'est une raison pour laquelle on doit limiter judicieusement l'emploi de ce grain, sans quoi la fermentation laisserait à désirer et la levûre dégénérerait promptement.

En revanche, le moût sera riche en substances minérales, agents nutritifs de la levûre, d'où cette conséquence que l'on pourrait obtenir un moût normal, fermentant convenablement, en l'additionnant simplement d'éléments azotés ; dans ces conditions et en renouvelant souvent leur levûre-mère, les brasseurs pourraient, sans inconvénient, forcer un peu la quantité de maïs mise en œuvre.

Le maïs, donne au moût, un goût particulier dont on attribue l'origine à l'enveloppe du grain et aux

matières grasses qui y sont contenues. Pour faire disparaître cette saveur, la plupart des brasseurs qui emploient le maïs lui font subir, au préalable, une certaine préparation, soit par un dégraissage au moyen de l'acide sulfureux, soit en soumettant le maïs à la germination. Par la germination, une partie de l'huile essentielle s'élimine dans les germes; le grain est ensuite soumis à une dessication à haute température. On enlève ensuite le germe et l'écorce par un mécanisme particulier, puis on moud le grain en une fine poudre granuleuse, l'huile étant presque entièrement contenue dans la matière grasse, de 5 à 1.25 p. 100.

Maltage du maïs. — Le maïs du commerce ne possède qu'une faible puissance germinative, qui peut déjà être détruite en grande partie par le transport; car, pendant celui-ci, il se produit presque toujours des moisissures. Quand on examine le maïs au microscope, on aperçoit à sa surface une quantité innombrable de moisissures qui achèvent leur action destructive sur le germe même; de plus, le maïs du commerce renferme un grand nombre de grains défectueux qu'il n'est pas possible d'éliminer; il n'existe d'ailleurs aucun appareil pour pouvoir faire cette opération.

Procédé du maltage. — Le maïs est soumis au trempage dans une eau à température ordinaire que l'on renouvelle toutes les 12 ou les 24 heures. Après

120 heures de trempage, on lave le maïs dans de l'eau à 25 degrés centigrades, puis on l'étend au germoir en tas de 0m50 de hauteur. Tous les jours, on remue les tas, en abaissant successivement leur niveau; après 60 heures de séjour au germoir, le maïs commence à germer; la température est alors de 20 degrés centigrades. A partir de ce moment, on l'arrose d'eau à 25 degrés centigrades, et l'on renouvelle l'opération toutes les 24 heures.

La germination dure de 8 à 10 jours. La proportion de maïs germé sera à peu près de 80 p. 100; les 20 p. 100 des grains non germés proviennent des grains avariés et de l'enlèvement, par le pelletage, des germes.

Le retournage des tas ne doit pas se faire comme avec le malt ordinaire; au lieu de projeter les grains en l'air, on les retourne en exerçant une certaine poussée de façon à ne pas les laisser refroidir.

Faut-il employer le maïs malté ou le maïs cru? — Lorsque le brasseur dispose d'un excellent malt, il suffit de transformer l'amidon du maïs en empois pour obtenir une saccharification complète; cependant, lorsque le maïs a été germé préalablement, il acquiert, outre la facilité de désagrégation de son amande, toutes les autres qualités que donne la germination, telles que élimination presque complète des matières grasses, modification du goût par de la caramélisation du sucre. La germination malheureu-

sement présente l'inconvénient d'occasionner certaines pertes de matières utiles, ce qui détruit en partie l'économie de son emploi. Le rendement en extrait de maïs est sensiblement le même que celui du malt d'orge (55 à 60 pour 100).

Brassage du maïs et du riz. — Il est impossible d'employer le riz et le maïs à l'état ordinaire dans les trempes, car leur amidon est difficilement attaqué par la diastase aux températures communément employées.

Une expérience due à Lintner et Paceaud détermine, sur 100 parties d'amidon sec du maïs, du riz et de malt, les proportions saccharifiées dans le même temps :

	50°	55°	60°	65°	70°
Amidon de riz	6.58	9.68	19.68	31.14	»
— d'orge	12.13	53.30	92.81	96.24	»
— de malt vert. .	29.70	58.56	92.13	96.26	»
— de malt touraillé	13.07	56.02	91.70	93.62	»
— de froment . .	—	62.23	91.08	94.58	»
— de maïs . . .	2.7	—	18.5	54.6	93.3
— d'avoine . . .	9.4	48.5	92.5	93.4	—

Il résulte du tableau précédent, que l'ajoute du maïs ou du riz ne peut se faire directement en cuve-matière, sans qu'ils n'aient subi une préparation au préalable, car la majeure partie de l'amidon ne serait pas saccharifiée; il en résulterait donc non seule-

ment une perte qui enlèverait tout le bénéfice de l'opération, mais aussi de graves inconvénients, en ce sens que lors de l'augmentation de la température en cuve-matière par suite des trempes de lavage, l'amidon se liquéfierait par l'action de la diastase et serait entraîné dans le moût de bière, où il ne saccharifierait plus, de sorte que l'amidon rentrerait dans la bière, et plus tard y jouerait un rôle perturbateur.

Dans le système de travail par infusion, il faut transformer au préalable le maïs et le riz en empois dans une chaudière à part, laisser refroidir, puis ajouter le produit dans la cuve-matière pour arriver à la température nécessaire à la saccharification. C'est le même procédé que celui que l'on emploie avec le grain cru.

Travail américain. Système par infusion. — Dans les brasseries américaines on emploie généralement 10 p. 100 de maïs, et le travail s'effectue comme il a été indiqué pour le grain cru ; cependant, dans quelques brasseries, on emploie jusque 10 quintaux de maïs pour 3 quintaux de malt, soit environ 3/4 de maïs pour 1/4 de malt.

Voici leur façon de procéder :

Elles ont à leur disposition une chaudière munie d'un fort agitateur ; on délaye dans la chaudière, à 50 degrés centigrades, 1/10e de la masse de malt, on chauffe lentement jusque 51 degrés centigrades, et on y ajoute

par partie et en remuant continuellement, le maïs ou le riz finement désagrégé. Au bout de 30 à 45 minutes, on élève la température à 72 degrés centigrades, on maintient cette température pendant une demi-heure, puis on chauffe vivement jusqu'à l'ébullition.

Le traitement des grains crus pourrait aussi se faire par la vapeur.

Pendant la durée de cette opération préparatoire, on délaye dans la cuve-matière les 9/10es restants de la masse de malt, en portant progressivement la température à 66 degrés centigrades; on remue vigoureusement et on y ajoute le produit des grains crus. Remarquons que l'opération doit être conduite de telle façon que la masse totale dans la cuve-matière, après addition du produit des grains crus, ait de 72 à 79 degrés centigrades. On laisse reposer pendant 1 heure ou 1 h. 1/4, puis on clarifie.

On obtient ainsi des moûts qui se clarifient vite, qui se comportent bien dans la chaudière et qui donnent un grand rendement en extrait. Le maïs donne jusque 74 p. 100 et le riz 80 p. 100 d'extrait. La quantité de houblon à employer se calcule comme pour le malt; la nature des opérations : fermentation, clarification, etc., est la même.

Le riz. — Le riz est une céréale qui a été et qui est encore beaucoup employée dans l'industrie de la brasserie, quoiqu'elle ait perdu quelque peu de sa vogue depuis l'engouement des brasseurs pour le

maïs. C'est la céréale la plus riche en amidon, donnant par conséquent beaucoup de maltose et par suite des bières très alcooliques.

Les bières de riz sont généralement très brillantes, ce qui résulte, comme pour le maïs, de ce que les substances albuminoïdes renfermées dans le riz ne sont guère solubles et ne rentrent pas dans la composition des moûts : c'est aussi pour ce motif qu'elles sont généralement sèches.

L'insolubilité des matières albuminoïdes contenues dans le riz, fait que le moût provenant de cette céréale est, tout comme celui provenant du maïs, peu favorable au développement et à la nourriture azotée de la levûre. En revanche, la proportion des substances minérales y est assez abondante pour que les ferments y trouvent une alimentation suffisante.

L'emploi du riz doit donc être judicieusement limité, à moins d'y ajouter, comme pour le maïs, les éléments azotés nécessaires au développement et à la nourriture de la levûre.

L'emploi du riz en brasserie, comme celui du maïs, se justifie par le double but poursuivi, c'est-à-dire de réaliser des économies et d'améliorer sur certains points la qualité du produit.

Le traitement à faire subir au riz est identiquement le même que celui du maïs, en vertu du principe énoncé plus haut que l'amidon du riz ne saurait se transformer complètement en empois, sous l'influence

des températures employées pour la saccharification du malt ordinaire. Il faut donc le soumettre à une cuisson préalable, mais l'addition de la farine de riz dans la chaudière ne peut se faire à la température ordinaire de l'eau, la poudre de riz étant très dense et le mouvement de l'agitateur ne suffisant pas pour la maintenir en suspension. Elle gagnerait donc le fond, y formerait couche et brûlerait. Le meilleur moyen à employer consiste à pousser à l'ébullition l'eau nécessaire et à y ajouter par parties la farine de riz délayée dans de l'eau. Dès que le riz sera attaqué par la chaleur, il se transformera en empois, et, dans cet état, le bouillonnement continuel de l'eau l'empêchera de se déposer dans le fond de la chaudière.

Une autre méthode assez pratique est la suivante : on ajoute à une quantité déterminée d'eau, qui se trouve dans la chaudière à une température de 60 à 65 degrés, quelques hectolitres de moût soutirés de la cuve-matière, ou un peu de malt, puis on y verse le riz convenablement dilué.

La diastase, qui possède à un degré assez élevé le pouvoir de liquéfier l'amidon, exercera son action sur le riz, de sorte que l'amidon de celui-ci se transformera rapidement en empois et ne pourra plus se déposer. Lorsque tout l'amidon du riz aura été ainsi gélatinisé, on le laisse refroidir, puis on l'ajoute à la cuve-matière, de façon à atteindre, avec les matières déjà délayées dans celle-ci, la température néces-

saire à la saccharification. Elle doit être un peu prolongée, l'amidon du riz étant moins prompt à la saccharification que celui du malt. La température et la durée de la saccharification auront une influence sur les quantités de maltose et de dextrine produites.

Pour éviter la mouture du riz et pour pouvoir employer les déchets, on peut faire usage d'un liquéfacteur ou autoclave; non seulement l'amidon sera entièrement gélatinisé, mais la cuisson sous pression modifiera aussi une partie des matières azotées qui forment le gluten du riz, en ce sens qu'elles deviendront partiellement solubles et se transformeront même en partie en amides. Cette quantité plus grande de substances solubles peut influencer sur la qualité et la stabilité de la bière, à moins toutefois que l'on élimine les matières azotées non coagulables, la glutine par exemple, par une addition rationnelle de tannin.

Si l'on devait opérer le brassage du riz d'après la méthode de brassage que certains brasseurs emploient en Belgique, et qui consiste à ne clarifier la lautermeische qu'après la seconde trempe, on s'exposerait certainement à subir un échec. En effet, tout l'amidon dissous par l'ébullition, mais non saccharifié, rentrerait dans la cuve-matière, alors que celle-ci ne contient plus que peu ou point de diastase, celle-ci ayant été éliminée en partie par la lautermeische et ensuite par la trempe de saccharification. L'amidon

rendu soluble ne pourrait donc plus se saccharifier et passerait, à cet état, dans le moût, et plus tard dans la bière, où il produirait ce qu'on appelle le trouble d'amidon, de même qu'une partie se transformerait en acide lactique.

Le rendement en extrait du riz, étant de 65 à 68 p. 100, 100 kilogrammes de riz peuvent remplacer 115 kilogrammes de malt.

Les pommes de terre.

Les pommes de terre peuvent également intervenir dans la fabrication de la bière à l'état de fécule ou à l'état de farine. Il convient dès lors d'indiquer sommairement la manière de préparer ces deux espèces de produits.

Les manipulations relatives à la fabrication de la fécule consistent à nettoyer les pommes de terre, au moyen de lavages pratiqués avec des ustensiles spéciaux, de manière à les débarrasser de la terre qui y adhère; à les réduire ensuite, à l'aide de râpes analogues à celles qui servent dans les fabriques de sucre, en une bouillie très fine qui est ensuite lavée dans des tamis appropriés. Les globules d'amidon passent à travers la toile métallique du tamis, et la matière cellulaire reste dessus. La fécule se dépose au fond de l'eau et subit, à son tour, des lavages répétés. Elle peut être employée après égouttage, à l'état humide ; mais le plus souvent on la sèche pour

mieux la conserver, en l'étendant en couches minces sur des tables de plâtre, dans une pièce chauffée. Le rendement des pommes de terre, en fécule, est d'environ 15 p. 100 de leur poids.

Pour obtenir la farine de pomme de terre, c'est-à-dire un mélange de fécule et de cellulose, les tubercules, préalablement lavés et nettoyés, sont coupés à l'aide d'un coupe-racines, en minces tranches ou lanières qu'on lessive ensuite dans une cuve avec de l'eau chaude. Dans le but de faciliter la pénétration, on ajoute à la première eau 1 à 2 p. 100 d'acide sulfurique, addition qui ne peut avoir sur la bière aucune action nuisible et qui empêche la coloration du liquide au contact de l'air. Au bout de 24 heures, on soutire le liquide acide, contenant la plus grande partie du jus de pomme de terre, et l'on soumet le résidu à des lavages répétés, jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule soit incolore et sans aucun goût. Les lanières se fanent, et deviennent blanches. Il ne reste plus qu'à les dessécher, d'abord à l'air libre dans un grenier, puis sur une touraille, enfin à les réduire en farine par la mouture ordinaire.

Il existe, comme on le voit, une notable différence entre cette farine et la fécule proprement dite. Considérés comme matières première pour la fabrication de la bière, ces produits n'ont pas le même rendement en extrait. Tandis que, comparé au malt d'orge, la fécule fournit 100 kilogrammes ou 82 kilogrammes d'extrait

par 100 kilogrammes selon qu'elle est entièrement sèche ou seulement desséchée à l'air, la farine de pomme de terre ne donne, par 100 kilogrammes, que 74 kilogrammes d'extrait. On sait dès lors, que pour remplacer 100 kilogrammes de malt touraillé, il suffit de 60 kilogrammes de fécule de pomme de terre entièrement sèche, ou 73 kilogrammes de même fécule séchée à l'air et contenant encore 17 p. 100 d'humidité, tandis qu'il faut de 80 à 81 kilogrammes de farine de pomme de terre.

L'emploi de la farine ou de la fécule de pomme de terre exige que l'orge à laquelle ces substances sont ajoutées, renferme assez de diastase pour assurer la saccharification complète du mélange. Il est dès lors très important de prendre un soin tout particulier dans le chauffage de la trempe de saccharification, et de ne pas mettre en œuvre, proportionnellement, plus de fécule ou de farine que de malt.

Si l'on applique la méthode par infusion, la fécule ou la farine est versée dans la cuve-matière, lorsque le malt a déjà subi l'empâtage à 60 degrés centigrades. La masse est alors brassée avec soin ; quand la température est descendue à 50 degrés environ, on la relève jusqu'à 68-69 degrés, par une addition d'eau chaude. Le vaguage est continué pendant 10 minutes au moins, puis, au moyen d'une nouvelle addition d'eau chaude, on élève progressivement la température de la masse à 75 degrés. Après un repos de une

à deux heures, si la saccharification est terminée, ce dont on s'assure par un essai à l'iode, on soutire à clair et on monte en chaudière. Les trempes qui suivent, si le brasseur juge à propos d'en donner pour compléter l'épuisement des drêches, sont exécutées dans les conditions ordinaires.

Dans la méthode par décoction, la fécule ou la farine n'est pas versée directement en cuve-matière ; elle est introduite dans la chaudière affectée à la cuisson des dickmeisches (trempes troubles). A cet effet, on fait l'empâtage du malt dans la cuve-matière à 60 degrés ; on prélève, environ, la moitié du produit que l'on porte dans la chaudière spéciale. A cette portion de trempe trouble, on ajoute, en ayant soin de remuer constamment la masse pâteuse, la fécule ou la farine de pomme de terre destinée au brassin. On porte graduellement la température du mélange à 75 degrés, puis jusqu'à l'ébullition. On attend ainsi que la température de ce qui est resté dans la cuve-matière soit descendue à 50 degrés environ ; la dickmeische bouillante est alors transvasée dans ce vaisseau, ce qui a pour résultat d'amener la totalité du mélange à une température voisine de 75 degrés centigrades. Pendant la transvasion, on brasse à nouveau, et, l'opération terminée, on laisse reposer le tout jusqu'à saccharification. On procède enfin au soutirage du moût à l'état clair, à moins que le brasseur ne suive un procédé comportant la cuisson de

deux trempes troubles. Dans ce cas, l'addition de la fécule ou de la farine peut être opérée par portions, à chaque dickmeische. La trempe de clarification et les manipulations ultérieures ne diffèrent pas des procédés habituels [1].

Sucres et sirops de glucose.

Il est rare que l'on emploie le sucre cristallisé comme succédané du malt. Ce n'est guère qu'en Angleterre qu'on en fait usage, dans la préparation de certaines bières. En France, les brasseurs n'utilisent que les sirops de glucose, qui, en raison de la quantité de dextrine qu'ils contiennent, se rapprochent des moûts de malt, beaucoup plus que les sucres cristallisés et les mélasses.

Comme tous les produits saccharins, les glucoses n'interviennent pas dans la fabrication, pendant le travail des trempes. On se borne généralement à les introduire dans la chaudière de décoction lorsque la cuisson des moûts est déjà presque terminée. Souvent même, on les emploie à l'état de dissolution, dans les phases ultérieures du travail. Dans ce cas, ce sont, en réalité, de nouveaux moûts qu'on ajoute à ceux qui ont été extraits du malt, donnant leur

[1] Ces indications sont empruntées au « Manuel des Brasseurs », publié par le *Journal des Contributions indirectes*, édité par la librairie Oudin, à Poitiers.

contingent respectif de sucre, c'est-à-dire d'alcool, et de dextrine.

La valeur productive des sirops de glucose, par rapport à celle du malt, ne saurait être déterminée avec précision, la qualité respective de chacun de ces produits étant excessivement variable. Toutefois, dans la pratique, il est admis que 100 kilogrammes de sirop, à 33 degrés Beaumé, peuvent remplacer 96 kilogrammes de malt.

A propos de la substitution des matières sucrées au malt, M. Payen reconnaît que l'emploi de ces matières facilite le brassage, rend la bière moins altérable, propriété importante, en été surtout. Il serait à désirer toutefois, ajoute-t-il, qu'on cessât de faire usage des sirops provenant de la saccharification de la fécule par l'acide sulfurique, ces sirops contenant toujours des sels calcaires plus ou moins insalubres. Il vaudrait mieux employer directement la fécule dans la cuve-matière, cette substance étant facilement saccharifiée par la diastase en excès que contient le malt.

Considérations particulières au sujet de l'emploi des succédanés du malt.

Nous avons expliqué, au commencement de ce chapitre, que la brasserie avait trouvé d'excellents auxiliaires dans l'emploi des succédanés du malt, et

notamment des grains crus, de la fécule ou de la farine de pomme de terre, etc. Cette industrie y a gagné de pouvoir réaliser certaines économies dans le prix d'achat de ses matières premières, et qui ne sont pas sans quelque importance quelquefois, puis surtout une fabrication plus rapide en évitant la perte de temps et de main-d'œuvre nécessitée par la germination, le touraillage de l'orge, etc.

Mais ces bénéfices seraient illusoires et se traduiraient même souvent en sérieux mécomptes, si l'industriel qui s'adresse à ces matériaux, ne prenait les précautions les plus méticuleuses pour que, dans leur emploi, on observe toutes les règles propres à éviter non seulement des pertes de substances, mais encore et surtout des liqueurs laissant à désirer sous le rapport de leur limpidité, ce qui arrive souvent lorsqu'on a apporté quelque négligence à la saccharification, en cuve-matière, des succédanés dont nous venons de nous occuper, puis, par surcroît, des modifications désavantageuses de la saveur à laquelle la clientèle est habituée.

Dans ce cas, il serait bien préférable de s'abstenir.

La bière, en effet, est peut-être, de toutes les substances alimentaires fabriquées, celle dans laquelle le coût des matières premières influe le moins sur le prix de revient.

La qualité, la valeur marchande de ce produit, est

liée bien plus aux conditions de saveur, de limpidité, de moelleux, de conservation, qu'à sa richesse intrinsèque en alcool et en extrait, partant à la richesse primitive du moût. La substitution de l'extrait de malt serait, malgré l'économie réalisée sur le prix de revient, une mauvaise opération pour le brasseur, si elle ne devait être obtenue qu'aux dépens de la saveur, du brillant et de la conservation. Pour que l'on puisse sans inconvénient remplacer partiellement l'un par l'autre, il faut que ce changement n'influe pas d'une manière désavantageuse sur la constitution chimique et les propriétés physiologiques de l'extrait, dont l'influence est si grande sur la qualité et la tenue de la bière.

Certes il est inutile de remarquer que cette qualité et cette tenue sont sous la dépendance étroite et directe de la présence ou de l'absence dans le produit des germes de maladie. Constater leur action est aujourd'hui un lieu commun, mais, en dehors de l'influence des êtres microscopiques, il importe de ne pas oublier l'immense importance que présente, au point de vue de la conservation, la composition chimique du moût de bière.

La propreté méticuleuse, l'asepsie rigoureuse, la pureté et le genre des levûres employées, ont une influence décisive sur le produit final, sur la bière, mais rien de tout cela ne pourra faire une bonne bière d'un moût défectueux. D'ailleurs, il faut que l'on

sache bien, et nous l'avons déjà dit plus haut, que la pullulation des bactéries et des ferments de maladie dans la bière dépend bien plus de la constitution chimique de celle-ci que de l'invasion plus ou moins fortuite de quelques germes. Ceux-ci sont bien, il est vrai, les agents de l'altération, mais ils ne se développent et se multiplient que parce que le milieu leur convient, et seraient demeurés inertes dans un liquide autrement composé.

CHAPITRE XIII

Opérations diverses à faire subir à la bière faite. — Clarification de la bière par les copeaux ou par filtration. — La mousse de la bière : les *Kraeusen*. — Goudronnage des fûts.

Lorsque toutes les conditions d'une bonne fabrication ont été rigoureusement observées, que les matières premières mises en œuvre ont été traitées suivant les règles que nous avons tracées, que l'empâtage et la cuisson du moût ont été faits avec tous les soins nécessaires, et qu'enfin la fermentation en a été suivie avec l'attention que comporte cette phase si importante de la fabrication, on est à peu près certain d'obtenir une bière réalisant l'ensemble des qualités que l'on recherche dans cette liqueur, et en même temps un produit qui ne courra pas les dangers d'altération susceptibles d'atteindre ceux qui ont été mal confectionnés.

Mais ces produits, au moment où nous venons de les laisser, sont encore, si nous pouvons nous exprimer ainsi, à l'état presque brut. Avant d'arriver au consommateur, il faudra encore leur faire subir une

série d'opérations complémentaires, afin de les achever, de les parfaire, en vue de leur faire acquérir toutes les qualités désirables.

Ils devront, notamment, être d'une limpidité parfaite, donner une belle mousse blanche persistant longtemps au sommet du verre; enfin ils devront n'avoir souffert d'aucun commencement d'altération et, conséquemment, ne posséder aucun mauvais goût.

Nous allons passer en revue les différents procédés employés pour placer la précieuse liqueur dans ces conditions.

Clarification de la bière par les copeaux ou par filtration.

La limpidité et le brillant de la bière peuvent être considérés comme l'un des plus manifestes témoignages d'une bonne fabrication. Le public se montre, aujourd'hui, très exigeant à cet égard, et il repousse systématiquement toutes les boissons de cette nature qui ne se présentent pas à ses yeux dans un parfait état de pureté.

Les causes qui produisent le trouble de la bière sont de nature différente; mais les principales résident dans ce fait : ou bien que la liqueur contient certains éléments azotés, des corps albuminoïdes notamment, ou bien de l'amidon non saccharifié, plus

solubles à chaud qu'à froid, et qui, conséquemment, se reprennent en masse insoluble aussitôt que la température du liquide est abaissée ; ou bien que des ferments de divers caractères, rencontrant dans la liqueur un milieu favorable à leur développement, s'y multiplient, amenant le trouble de la bière non seulement par eux-mêmes, mais aussi en en modifiant la composition.

Une bière bien faite est rarement exposée à ces accidents qui sont l'indice d'une affection quelconque. Lorsque la fabrication a été conduite avec soin, la clarification, en effet, doit s'opérer naturellement et sans le secours d'aucun procédé artificiel, surtout s'il s'agit de bières de garde, qui doivent être limpides après un mois de séjour dans la cave.

Mais, quand il s'agit d'une bière jeune appelée à être livrée rapidement à la consommation, il faut aider à son éclaircissage. Il est obtenu, dans la plupart des cas, au moyen de remplissages successifs des fûts, que l'on opère matin et soir, quelques jours avant la livraison, avec de l'eau froide. Par cette opération, on provoque l'issue, par la bonde, des écumes formées sous l'influence de la fermentation qui est loin d'être encore complètement achevée dans les bières de cette sorte qui viennent à peine d'accomplir leur fermentation principale. Ces écumes entraînent avec elles toutes les impuretés subsistant encore en suspension dans le liquide, telles que

feuilles de houblon, particules solides du malt, cellules de levûre, etc.

Il peut arriver, et nous dirons même qu'il arrive assez souvent que ce procédé naturel d'éclaircissage ne permet pas d'obtenir toute la limpidité désirable. Il faut alors recourir aux moyens artificiels.

Parmi ces derniers, nous signalerons d'abord le collage effectué au moyen de la colle de poisson, suivant les indications que nous avons déjà données plus haut. Mais hâtons-nous d'ajouter qu'il ne faut pas abuser de ce procédé. On doit considérer, en effet, qu'en introduisant dans la bière une colle quelconque : sang, colle de poisson, albumine ou gélatine, on met pour ainsi dire le loup dans la bergerie, en ce sens que ces matières gélatineuses constituent des éléments redoutables d'altération qui, s'ils ne rencontraient pas au sein du liquide le principe antagoniste susceptible de les éliminer ou plutôt de les neutraliser, c'est-à-dire le tanin, avec lequel elles forment un tannate de gélatine insoluble qui se précipite à l'état de lie au fond du tonneau, exposeraient la liqueur au plus grave danger.

Or, il peut arriver que la proportion de tanin existant naturellement dans la bière et qui, comme nous le savons, provient du houblon, ne soit pas suffisante pour coaguler toutes les matières albuminoïdes qui subsisteraient dans une bière laissant à désirer au point de vue de la fabrication, et, par surcroît, celles

de même nature que l'on y introduirait en vue d'un collage. Il va de soi que cette insuffisance serait encore bien plus marquée si, faute d'une clarification obtenue à la suite d'une première opération, on jugeait nécessaire de recourir à un second ou même à un troisième collage.

On peut, il est vrai, remédier à la pénurie du tanin en ajoutant cette substance en proportion déterminée à la liqueur, et, à défaut de tanin, du cachou, qui est riche en acide tannique. Mais outre que cette addition constitue, en somme, une dépense que l'on aurait pu éviter, il faut considérer que l'introduction de ces substances peut modifier, d'une manière défavorable, la saveur de la liqueur, et qu'en outre l'acide lactique, qui ne fait jamais défaut dans les moûts de brasserie, dissoudra toujours une proportion plus ou moins grande des principes albuminoïdes de la colle, lesquels, par conséquent, constitueront un élément d'altération au sein du liquide.

Un autre procédé d'éclaircissement plus généralement employé, non seulement pour les bières de garde mais aussi pour les bières courantes, est celui qui se pratique au moyen de copeaux ou plutôt de languettes découpées dans du bois de noisetier ou de hêtre.

Les copeaux, explique M. Puvez-Bourgeois dans son traité de la fabrication de la bière, agissent par la grande surface qu'ils présentent pour le dépôt des

globules de levûre et des autres matières en suspension dans le liquide. Introduits dans les fûts, les copeaux, en se chargeant de ces matières en suspension, descendent au bas du foudre, en les entraînant avec eux, et en accomplissant une action d'épuration analogue à celle qui se produit avec la colle de poisson. De plus, le moût entonné en foudres, après fermentation principale, poursuivant sa fermentation ultérieure, il s'opère, au sein du liquide, des mouvements ascendants et descendants qui, successivement, ramènent au fond du fût les diverses couches de la bière en travail, lesquelles rencontrent comme autant de points d'attache, pour les matières en suspension qu'elles contiennent, matières échappées à la première action des copeaux, la grande surface qu'offrent ces derniers.

Les copeaux livrés par l'industrie spéciale qui les confectionne, sont généralement longs de 40 centimètres, larges de 5, et épais de 2 à 3 millimètres; ils sont droits ou se courbent en spirales. Avant de les utiliser, ils doivent être soumis à deux ou trois ébouillantages successifs, jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule des chaudières dans lesquelles cette cuisson a été opérée, s'écoule sans aucune nuance brunâtre, ce qui constitue la preuve que toute la matière extractive du bois, qui pourrait altérer le goût de la bière, a complètement disparu ; après quoi on leur fait subir un dernier lavage à l'eau froide.

Ces copeaux peuvent, d'ailleurs, servir plusieurs fois ; il suffit de les laver à l'eau bouillante chaque fois qu'on les retire des foudres, après le soutirage de la bière, puis de les faire sécher. Dans certaines brasseries bien outillées, on possède des instruments spéciaux pour ces lavages.

Le traitement de la bière par les copeaux donne lieu à diverses observations dont le brasseur devra tenir compte.

En premier lieu, la filtration de la bière sur copeaux a pour effet d'accentuer très énergiquement la fermentation secondaire. Par un contact trop prolongé, le degré d'atténuation convenable serait, dès lors, vite dépassé, si on n'y veillait attentivement, et on n'aurait plus alors qu'une liqueur vieillie, éventée, ne présentant aucune résistance au point de vue de la conservation, et qui serait vite envahie par l'acide lactique. D'une manière générale, le séjour de la bière sur copeaux ne doit guère dépasser quatre semaines ; dans tous les cas, tout dépend du degré d'atténuation marqué par la liqueur, qu'il sera prudent de constater fréquemment, au moyen du saccharimètre de Balling, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut.

D'autre part, le soutirage de la bière sur copeaux exige des précautions toutes particulières. Les fûts de bière, dans ce cas, en effet, doivent être bondonnés dans les mêmes conditions que ceux qui sont appelés

à contenir la bière pour laquelle on ne recourt à aucun traitement, et ce en vue d'y faire dissoudre et maintenir l'acide carbonique destiné à la production de la mousse.

On conçoit, par suite, que si on procédait au tirage de la bière sur copeaux, sans tenir compte de ce que ceux-ci sont chargés de matières fort ténues qui sont venues s'y déposer, le remous provoqué par le gaz cherchant à s'échapper en même temps que la liqueur, suffirait pour détacher ces matières qui se disperseraient dans la masse liquide et la troubleraient de nouveau.

Pour remédier à cet inconvénient, il suffit de placer alternativement le robinet de soutirage à différents niveaux qui, du sommet du fût, se rapprochent peu à peu du bas, au fur et à mesure que les couches supérieures sont évacuées. De cette façon, on opère la vidange complète du foudre sans risquer d'imprimer trop d'agitation à la masse liquide intérieure. Les restes que l'on obtient finalement, sont recueillis ensemble, clarifiés de nouveau sur les copeaux, et ne tardent pas à fournir une bière aussi limpide que la première.

Dans certaines brasseries, on considère comme une opération trop longue et trop difficile, le fait d'en extraire les copeaux déjà une fois utilisés, pour les soumettre au lavage dans les conditions indiquées plus haut, surtout lorsque l'on a effectué ce mode

d'éclaircissage dans des fûts ordinaires, dont on se verrait alors obligé d'enlever le fond.

Dans ce cas, on procède au lavage dans le fût même que l'on remplit d'abord à moitié environ avec de l'eau froide, que l'on roule ensuite dans tous les sens, que l'on vide enfin pour le remplir à nouveau comme la première fois, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'eau sorte tout à fait claire ; après quoi on rince à l'eau bouillante, on lave plusieurs fois à l'eau froide, et le fût est alors en état d'être rempli une seconde fois.

Enfin, pour clarifier la bière, on recourt maintenant dans beaucoup de brasseries à la filtration, opération pour laquelle des appareils très ingénieux et donnant toutes les satisfactions possibles ont été imaginés.

On a objecté que la filtration de la bière lui enlevait quelques-unes de ses qualités, et notamment de sa finesse.

Il est évident que lorsque l'on filtre une bière trop jeune, et avant que toutes les substances qui contribuent à développer son arôme aient accompli leur élaboration dans le fût, se soient fondues ensemble pour constituer cette saveur agréable et homogène que l'on recherche dans cette liqueur, celle-ci aura acquis, il est vrai, une parfaite limpidité et offrira de meilleures garanties de conservation, puisque l'on en aura éliminé toutes les matières, tous les ferments

susceptibles de provoquer leur altération, mais cette bière aura perdu les éléments qui lui font obtenir son plus haut degré de maturité et, conséquemment, qui aident au développement de toutes ses qualités.

Si, au contraire, l'opération est pratiquée sur des bières ayant déjà réalisé par un repos d'une certaine durée en fûts, les réactions grâce auxquelles elles ont pu acquérir tout le cachet qu'elles sont susceptibles d'obtenir, la filtration ne pourra que les débarrasser des matières qu'elles tiennent en suspension, et ne pourra que les éliminer, pour le plus grand profit de la finesse de goût de la liqueur.

La mousse de la bière.

Avec la limpidité, ce que le consommateur recherche le plus particulièrement dans la bière, c'est que celle-ci donne dans le verre, au moment où on la verse, une belle mousse blanche qui persiste longtemps, qui soit fine, perlée, et qui donne à la liqueur cette saveur pétillante, constituant presque son cachet essentiel.

Le brasseur doit donc s'attacher à diriger sa fabrication de manière à obtenir ce résultat.

Voici les conseils que nous trouvons à ce point de de vue dans un article du *Journal des Brasseurs :*

« Quelle est la cause de la production de la mousse, et peut-on l'obtenir dans toutes les bières ?

« D'abord, l'écume, le goût pétillant et le perlé de la bière dépendent essentiellement de la quantité d'acide carbonique que la bière retient, de la qualité et de la quantité de l'extrait non fermenté qu'elle renferme encore. En second lieu, toutes les bières convenablement et rationnellement traitées peuvent donner le mousseux que l'on recherche.

« La quantité d'acide carbonique que la bière peut absorber et combiner dépend elle-même de trois choses principales :

« 1° De la température de la bière ;

« 2° De la pression qui pèse sur la bière ;

« 3° Des matières qui y sont dissoutes.

« Plus la température de la bière est basse, plus haute est la pression qui pèse sur elle, et, comme conséquence, plus grande est la quantité d'acide carbonique que la bière peut absorber et retenir. Il importe beaucoup de ne pas laisser la bière prendre contact avec l'air extérieur durant le passage du foudre de garde au tonneau d'expédition ; de même, le tonneau doit être tenu constamment fermé, afin de garantir la bière, au point de vue de l'acide carbonique, contre l'influence néfaste que ne manqueraient pas d'exercer les variations de la pression atmosphérique. Un fût dont la bonde est fermée en est préservé ; mais si on donne de l'air à la bonde, l'influence de la pression atmosphérique commence aussitôt. Des appareils isobaromètriques sont actuellement fabri-

qués avec toutes les perfections désirables et rendent des services signalés aux brasseurs qui s'en servent.

« Ces appareils très ingénieux permettent de faire le transvasement de la bière sous pression et de l'introduire dans les fûts ou dans les bouteilles en lui conservant tout le gaz dont elle est chargée.

« La richesse en acide carbonique de la bière dépend aussi des matières qui y sont dissoutes. Certaines substances qui entrent dans la composition de l'eau sont susceptibles d'éloigner l'acide carbonique. Ainsi, par exemple, de l'eau pure saturée d'acide carbonique, perd parfaitement son acide carbonique lorsqu'on y fait dissoudre une certaine quantité de sel de cuisine. Si l'eau contient déjà du sel de cuisine ou une autre substance qui ne forme avec l'acide carbonique aucune combinaison, elle absorbe des quantités d'acide carbonique considérablement moindres qu'une eau exempte de matières analogues.

« La richesse d'alcool de la bière exerce une influence qui n'est pas sans importance sur la quantité d'acide carbonique que la bière contient. Il a été établi par des expériences, que l'alcool absorbe beaucoup plus d'acide carbonique que l'eau ; à 0 degré centigrade, le premier absorbe 4.3295 fois son volume d'acide carbonique, tandis que l'eau n'en absorbe que 1.7967 fois son volume. Donc, plus une bière (en restant dans certaines limites) est fermentée, plus elle pourra aussi absorber et retenir l'acide carbonique.

« Il est donc important, lorsqu'on bondonne la bière, de tenir compte de son degré de fermentation, afin que l'acide carbonique qui se développe puisse s'accumuler en quantité nécessaire pour le mousseux, mais la bière ne doit pas être surbondonnée, car, au soutirage, elle pourrait faire soulever la lie du foudre et troubler la bière. L'expérience apprend que des bières de moût de 10 degrés sont les plus propres à être bondonnées lorsqu'elles sont fermentées à 3, 3.2 degrés saccharimétriques, celles de moût de 11 degrés lorsqu'elles sont fermentées à 3, 4.3, 6 degrés. Mais si les bières ne fermentent pas jusqu'à ce point, on peut y remédier avec des *Kraeusen*, mot allemand qui signifie *mousses* et qui n'est rien autre chose que du moût en voie de fermentation.

« Par l'addition de ce moût, on introduit dans la bière de la levûre vivace qui y provoque une nouvelle et active fermentation et, par suite, une formation considérable d'acide carbonique. La quantité à ajouter est, naturellement, subordonnée à l'état de la bière, mais généralement 3 ou 4 litres de moût par hectolitre, sont largement suffisants pour un tonneau de transport, tandis que, s'il s'agissait d'un foudre de garde à remettre en fermentation, il faudrait en ajouter au moins 5 ou 6 litres.

« La bière ainsi traitée doit reposer au moins de six à huit jours, la bonde ouverte, chez le débitant, qui a soin de remplir deux fois par jour le vide du ton-

neau ; une fois claire, on remet la bonde, et au bout de deux ou trois jours la liqueur est en état d'être livrée à la consommation.

« Quant à la persistance de l'écume de la bière, elle dépend de la quantité et de la nature des matières glutineuses dissoutes dans la bière. Ces matières mettent obstacle à l'évasion de l'acide carbonique qui s'élève en bulles ; même les bulles qui se trouvent à la surface et qui forment la mousse conservent plus longtemps cette forme, parce que l'enveloppe de la bulle étant de nature glutineuse crève moins facilement qu'une bulle d'eau pure. C'est aussi la nature glutineuse du liquide qui empêche les petites bulles d'air de se réunir en grosses bulles, ce qui explique pourquoi la mousse de beaucoup de bières est si fine et persiste si longtemps.

« On a cru longtemps que le mousseux et sa persistance ne dépendaient que de la richesse en dextrine de la bière, mais une suite d'expériences ont fait reconnaître avec certitude que la glutine dissoute dans la bière participait, dans une égale mesure avec la dextrine, à produire le mousseux.

« Toutefois, comme la richesse en dextrine d'une bière dépend de son degré de fermentation, il faut d'abord dans le brassage tenir compte de ce qu'on appelle les albuminoïdes brunis.

« Sans parler de ce que, par une longue cuisson du moût, ou par la cuisson sous pression, on modifie

une quantité de glutine, nous pouvons encore activer cette opération par l'oxygénation.

« De cette manière, il est possible d'oxyder en peu de temps une quantité considérable de gélatine végétale (glutine) qui, autrement, donne lieu à quelques désagréments, et l'on forme ainsi des matières albumineuses telles qu'elles restent dissoutes à toute température et favorisent à un haut degré le mousseux et la persistance du mousseux de la bière.

« En dehors des moyens de production naturelle de l'acide carbonique dans la bière, les brasseurs ont à leur portée, pour remédier à la pénurie de cet acide dans leurs produits, soit en raison de la qualité médiocre des matières mises en œuvre, soit en raison des défauts de fabrication, soit encore en raison de circonstances fortuites, indépendantes de la volonté, l'acide carbonique fabriqué industriellement. Tout comme l'acide carbonique naturel, l'acide carbonique fabriqué est capable de donner à la bière, à peu de frais, le pétillant, le mousseux et la bouche, qualités essentielles que recherchent les consommateurs. Mais la mousse formée dans ces conditions n'a pas la stabilité de celle acquise par les procédés naturels.

« L'acide carbonique artificiel, refoulé dans la bière, s'en échappe plus facilement, le goût piquant si recherché dans cette sorte de boisson n'est plus aussi accusé et aussi délicat que lorsque le gaz y existe naturellement ; toutefois le procédé peut rendre

d'assez grands services pour que l'on y recoure le cas échéant. »

Goudronnage des fûts.

Les fûts d'expédition, de même que les foudres dans lesquels s'accomplit la fermentation secondaire, sont toujours goudronnés à l'intérieur, et on se sert, à cet effet, de la colophane brune, qui est le résidu de la distillation de la térébenthine.

On doit goudronner les récipients destinés à contenir de la bière, chaque fois que ceux-ci ont été utilisés pour un remplissage précédent qui n'est pas, *immédiatement*, suivi d'un autre remplissage, c'est-à-dire toutes les fois qu'il y a eu absence de liquide dans le tonneau, pendant un laps de temps si court qu'il soit. C'est à cette seule condition qu'on n'aura pas à craindre l'altération de la liqueur.

Les fûts de transport, au fur et à mesure qu'ils rentrent à la brasserie, sont minutieusement examinés : on en extrait d'abord les bouchons de bonde qui pourraient y avoir été introduits, on y fait pénétrer ensuite un jet de vapeur, puis un jet d'eau chaude, on les lave extérieurement et on commence alors le dégoudronnage. Cette opération se pratique au moyen d'un appareil spécial (fig. 18), composé d'un cylindre de fonte à l'intérieur duquel est disposé un foyer de coke. Au milieu de ce foyer, circule un serpentin de

fer forgé, à l'extrémité duquel se trouve un injecteur de vapeur. Cet injecteur fait appel d'air, et l'air, circulant de bas en haut dans le serpentin, vient s'échauffer au contact du coke incandescent ; quelquefois aussi, cet injecteur aspire directement les gaz du

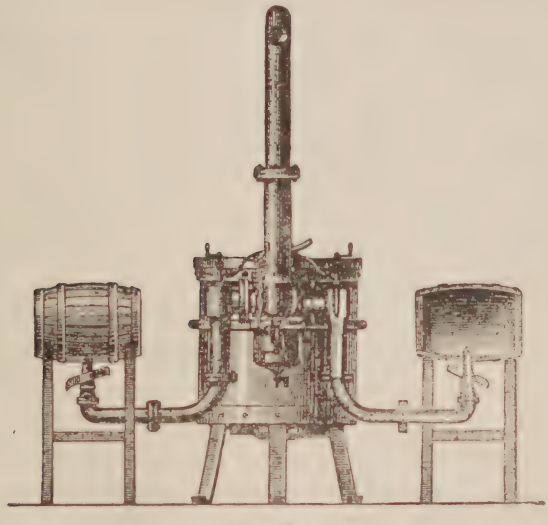


Fig. 18.

foyer. Le mélange d'air chaud et de vapeur passe alors dans un tuyau extérieur au foyer et qui se termine par deux ou trois ajutages ouverts à leur extrémité et dirigés verticalement. C'est sur ces ajutages que l'on dispose les fûts à dégoudronner, renversés la bonde ouverte en dessous, par laquelle s'écoule alors

l'ancien goudron, dès que la température est suffisante.

Dès que cette opération est terminée et avant que le fût soit refroidi, on y verse, au moyen d'un entonnoir, une certaine quantité de colophane en fusion; on bouche et on roule dans tous les sens, pour bien répartir la matière en couches égales.

Les foudres étant d'une trop grande dimension pour être placés sur l'appareil à dégoudronner, c'est par la porte de bonde que l'on fait pénétrer le tuyau qui amène l'air chaud de l'appareil, après avoir, bien entendu, disposé le récipient sur deux cales, la bonde en dessous. Le surplus de l'opération se poursuit ensuite comme il vient d'être expliqué pour les fûts de transport.

En général, le roulage des tonneaux dans lesquels on a introduit la colophane liquéfiée en la portant à une température légèrement supérieure à son point de fusion, se fait à la main. Mais dans certaines brasseries bien outillées, on possède des rouleurs mécaniques à l'aide desquels le travail s'accomplit plus facilement et plus régulièrement.

Les fûts de bière amenés dans la cave du débitant, laquelle doit être aussi fraiche que possible et, au besoin, refroidie artificiellement, sous peine de voir la liqueur s'y altérer, sont, avant d'être débités, disposés debout au-dessous d'un tuyau que l'on fait pénétrer dans le fût et qui y plonge jusqu'au bas du liquide, à la façon du tube qui traverse de haut en bas un flacon

d'eau de Seltz. Ce tuyau se prolonge, en traversant la voûte de la cave, jusqu'à l'endroit de la salle où est installé le robinet de débit.

C'est par différents procédés que l'on fait monter la bière de la cave au débit : le plus vulgaire et le plus ancien consiste à se servir d'une simple pompe qui va puiser la bière dans le tonneau et l'amène au robinet de distribution, à la façon des instruments analogues qui vont chercher l'eau au fond d'un puits et la ramènent sur un point quelconque.

Les procédés actuellement en usage, sont bien plus commodes et donnent de biens meilleurs résultats : ils consistent à exercer sur la surface liquide et dans l'intérieur même du fût, une pression d'air ou mieux d'acide carbonique, qui force la liqueur, dès qu'une issue lui est ouverte, à remonter à travers le tube qui la traverse, jusqu'au robinet de débit. C'est l'ouverture même de ce robinet qui provoque l'issue de la bière, de même que sa fermeture l'interrompt.

En somme, les choses se passent ici de la même manière que dans un flacon d'eau de Seltz, où la pression exercée sur le liquide par l'acide carbonique qui s'y trouve en excès, chasse l'eau à travers le tube qui traverse le flacon, dès qu'une issue lui est offerte par l'ouverture du robinet d'en haut.

On trouve, aujourd'hui, dans le commerce, une foule d'instruments tous plus ingénieux les uns que les autres, qui réalisent ce système.

CHAPITRE XIV

Obligations individuelles. — Droits sur les bières. — Quantités passibles du droit. — Excédents. — Entonnement. — Brassins. — Vaisseaux. — Mise de feu sous les chaudières. — Fabrication frauduleuse. — Hausses. — Visites et vérifications. — Recouvrement de droits. — Brasseries domestiques. — Abonnement. — Exportation des bières. — Droits d'octroi. — Bières fabriquées avec des glucoses.

Maintenant que nous avons passé en revue les divers procédés de fabrication de la bière, il nous reste à entrer dans quelques détails sur le régime fiscal qui règle les rapports des brasseurs avec la Régie, et qui, de même que pour toutes boissons fermentée, découle de la loi du 28 avril 1816.

Parlons d'abord des obligations imposées à toute personne qui fonde une brasserie.

Obligations individuelles.

Les brasseurs sont tenus de faire, au bureau de la Régie, la déclaration de leur profession et du lieu où seront situés leurs établissements. Ils sont en outre te-

nus : 1° de déclarer, par écrit, la contenance de leurs chaudières, cuves et bacs, avant de s'en servir ; 2° de déposer au bureau de la Régie une empreinte de la marque particulière apposée sur leur tonneau ; 3° enfin d'établir une enseigne à l'entrée de leur établissement.

Ils sont soumis aux visites et aux vérifications des employés, et tenus de leur ouvrir, à toute réquisition, leurs maisons, brasseries, ateliers, magasins, cuves et celliers, ainsi que de leur représenter les bières qui sont en leur possession. Mais ces visites ne peuvent pas avoir lieu dans les maisons non contiguës aux brasseries ou non enclavées dans la même enceinte.

En outre, les employés de la Régie sont autorisés à vérifier dans les bacs et cuves, ou à l'entonnement, le produit de la fabrication de chaque brassin.

Les brasseurs, enfin, sont tenus de faire au bureau de la Régie la déclaration de leur intention de cesser.

Droits sur les bières.

A la différence des droits sur les vins et sur les spiritueux, le droit sur les bières est perçu à la fabrication. Ce mode de perception, très compliqué, comme nous allons le voir, et qui, pour être appliqué, a donné lieu a une quantité énorme de règlements et d'arrêtés ministériels, dont la compréhension et la mise en pratique sont des plus difficiles, a prêté à de

vives critiques, et une campagne active se poursuit en vue de la revision de cette partie de notre législation fiscale.

Cette législation qui renferme le brasseur dans une impasse dont il ne peut souvent pas sortir, et qui l'accable de prohibitions et de procès-verbaux, et à laquelle viennent encore s'ajouter les différentes réglementations de l'Octroi, produit en effet le plus désastreux effet sur la fabrication de la bière et sur le chiffre de la production.

L'Administration elle-même est la première à reconnaître que la législation de 1816 qui régit la brasserie, ne répond plus aux nécessités de la situation présente, et que non seulement elle gêne le brasseur dans ses opérations, l'excite à suivre des procédés irrationnels, l'empêche d'améliorer scientifiquement ses produits et de donner un libre essor au développement industriel, qui est une nécessité du progrès et qui, d'ailleurs, assure aux bières étrangères une supériorité longtemps incontestée sur les bières françaises, mais que, pas surcroît, elle ne met entre les mains du fisc que des armes peu efficaces et démodées.

D'après l'article 4 de la loi du 1er septembre 1871, le droit à percevoir sur les bières est de :

3 francs en principal pour la bière, forte à l'hectolitre ;

1 franc pour la petite bière.

En ajoutant les deux centimes et demi établis par les lois financières rendues depuis la guerre, et les 5 p. 100 établis par la loi du 30 décembre 1873, les droits s'élèvent à 3 fr. 60 l'hectolitre pour la bière forte et 1 fr. 20 l'hectolitre pour la petite bière.

Mais il y a lieu d'entrer dans quelques explications sur ce que la Régie entend par petite bière.

D'après l'art. 8 de la loi du 1er mai 1822, il ne peut être fait application de la taxe réduite sur la petite bière, que lorsqu'il aura été préalablement fabriqué un brassin de bière forte avec la même drêche, et pourvu, d'ailleurs, que cette drêche ait subi, pour le premier brassin, au moins deux trempes; qu'il ne soit entré dans le second brassin aucune portion des métiers résultant des trempes données pour le premier ; qu'il n'ait été fait aucune addition, ni aucun remplacement de drêche, et que le second brassin n'excède point, en contenance, le brassin de bière forte.

S'il était fabriqué plus de deux brassins avec la même drêche, le dernier seulement serait considéré somme petite bière.

Indépendamment des obligations imposées par l'art. 120 de la loi de 1816, les brasseurs sont tenus d'indiquer dans leurs déclarations, l'heure à laquelle les trempes de chaque brassin devront être données, mais seulement lorsqu'il est fabriqué plusieurs brassins avec la même drêche.

A défaut d'accomplissement des conditions ci-dessus, tout brassin sera réputé de bière forte et imposé comme tel.

Enfin, les règlements imposent au brasseur, sous peine de contravention, l'obligation de rentrer sa réserve de bière forte, avant de donner la trempe de petite bière ; toutefois, un brasseur qui n'a qu'une seule chaudière, peut être admis à ne payer que la taxe imposée sur la petite bière, pour son dernier brassin.

Ajoutons, enfin, que la petite bière fabriquée sans ébullition sur des marcs qui ont déjà servi à la fabrication de tous les brassins déclarés, est exempte de tout droit, pourvu qu'elle ne soit que le produit d'eau froide versée dans la cuve-matière sur les marcs, qu'elle ne soit fabriquée que de jour, qu'elle n'excède pas en quantité le huitième des bières assujetties au droit pour un de ces brassins précédents, et qu'en sortant de la cuve-matière elle soit livrée de suite à la consommation sans être mélangée d'aucune autre espèce.

Le moment où l'eau sera versée sur les marcs pour fabriquer la petiie bière sans ébullition, exempte de droit et celui où elle devra sortir de la brasserie, doivent être indiqués dans la déclaration à faire, au moins quatre heures d'avance dans les villes et douze heures dans les campagnes, pour tout brasseur qui veut mettre le feu sous ses chaudières.

Quoiqu'elle soit faite sans ébullition, la petite bière

qui passe dans les bacs-refroidissoirs et ensuite dans la cuve-guilloire, est passible des droits.

Quantités passibles du droit.

Le produit des trempes données pour un brassin ne peut excéder de plus du vingtième la contenance de la chaudière déclarée pour sa fabrication.

La quantité de bière passible du droit, est évaluée, quelles qu'en soient l'espèce et la qualité, en comptant pour chaque brassin la contenance de la chaudière, lors même qu'elle ne serait pas entièrement pleine. Il est seulement déduit du droit, sur cette contenance, 20 p. 100, pour tenir lieu de tous déchets de fabrication, d'outillage, de coulage, et autres accidents.

En cas de coulage, de détérioration d'un brassin, la décharge du droit peut être autorisée par l'Administration, lorsque l'accident est avéré et a pu être matériellement constaté par le service, mais après l'entonnement toute tolérance devient impossible.

Pour les bières fabriquées sans substances céréales, la déduction peut être portée, vu la différence des procédés de fabrication, au taux reconnu nécessaire, suivant les localités, par des expériences dont les résultats sont constatés par un employé supérieur. Les directeurs prennent les ordres de l'Administration à ce sujet.

Excédents.

Les employés de la Régie sont autorisés à vérifier dans les bacs et cuves, ou à l'entonnement, le produit de la fabrication de chaque brassin.

Tout excédent à la contenance brute de la chaudière sera saisi. Un excédent de plus du dixième supposera, en outre, la fabrication d'un brassin non déclaré, et le droit sera perçu en conséquence, indépendamment de l'amende encourue.

Tout excédent à la quantité déclarée imposable, sera soumis au droit, quand il sera de plus du dixième de cette quantité, soit qu'on le constate sur les bacs ou à l'entonnement.

L'article 120 de la loi du 28 avril 1816, impose au brasseur l'obligation de déclarer l'heure de l'entonnement et, d'après l'article 111, les employés sont autorisés à vérifier le produit de la fabrication de chaque entonnement.

On recommande aux employés de se tenir en garde contre la fraude consistant à opérer des allongements de brassins dans les chaudières et aux bacs, en se faisant une juste idée de l'accroissement de volume résultant de la présence du houblon, comme aussi des effets de la dilatation, à tel ou tel degré de chaleur. Quand il y a doute sur la question de savoir s'il y a un excédent imposable, ils peuvent prolonger leur visite jusqu'à la mise en cuve.

Le brasseur dans la chaudière duquel les employés ont trouvé une quantité de bière supérieure à celle qu'il a déclarée, ne peut être excusé sous le prétexte que l'excédent provient d'ancienne bière ajoutée au brassin, suivant un usage dont il aurait averti le service.

Le brasseur poursuivi pour avoir été trouvé possesseur d'un excédent de fabrication de bière, par suite d'un procès-verbal régulier constatant cette contravention, ne peut utilement alléguer que le déchet accordé aux brasseurs sur leur fabrication, n'aurait pas été déduit de la quantité effective du liquide, lors de la constatation de l'excédent.

Voici le tableau que l'Administration a fait imprimer, pour faciliter à ses agents le compte des quantités soumises au droit, et la constatation des excédents à saisir, s'il y a lieu.

TABLEAU indiquant, pour une chaudière de 100 hectol. les quantités de bière passibles du droit de fabrication, dans les différents cas prévus par l'art. 111 de la loi du 23 avril 1816 (Circul. n° 377, 19 mars 1848).

QUANTITÉS reconnues dans les bacs et cuves ou à l'entonnement.	QUANTITÉS PASSIBLES DU DROIT DE FABRICATION d'après la déclaration de mise à feu (art. 110 de la loi du 28 avril 1816).	Pour excédent soit à la contenance nette, soit à la contenance brute.	TOTAL	OBSERVATIONS
Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.	Hectolitres.	
88 et au-dessous	80.00	» »	80.00	
de 88 à 100 inclus..... soit : 100	80.00	20.00	100.00	Pas de saisie ; l'excédent (20 hectol.) à la contenance nette, simplement imposable.
de 100 à 110 inclus..... soit : 110	80.00	30.00	110.00	Saisie de l'excédent (10 hect.) à la contenance brute : en cas de mainlevée, prise en charge de 30 hectol. indépendamment du brassin ; dans le cas contraire, prise en charge des 20 hectol. et prélèvement du droit pour les 10 hectol. restants, sur le montant de la transaction.
de 110 à 160 soit : 130	80.00	80.00	160.00	Saisie de l'excédent (30 hectol.) à la contenance brute : en cas de mainlevée, prise en charge de 50 hectol. indépendamment du brassin ; dans le cas contraire, prise en charge de 20 hectol. (différence du brut au net [1]).

[1] Avant tout jugement de condamnation ou avant jugement et arrêt confirmatif, sur appel ou sur pourvoi en cassation, il peut être fait, par transaction, abandon ou remise du droit pour la différence entre la quantité reconnue (130 hectol.) et la quantité de 100 hectol. représentant le net des deux brassins passibles de l'impôt : le droit réglé dans ces limites doit toujours être prélevé à titre de droit fraudé sur la somme totale dont la transaction constate le paiement.

Après jugement de condamnation non attaqué par appel ou pourvoi, ou après confirmation, le droit, étant alors irrévocablement acquis au Trésor, ne peut plus être abandonné ni réduit, il doit en conséquence, être établi sur 80 hectol., indépendamment des 80 hectol. pris en charge, d'après la déclaration de mise à feu.

Entonnement. Brassins.

L'entonnement de la bière ne peut avoir lieu que de jour, et à l'heure indiquée dans la déclaration que le brasseur est tenu de faire avant chaque mise à feu.

Lorsqu'un brasseur fait l'entonnement de sa bière à une heure autre que celle indiquée par sa déclaration, il ne peut être renvoyé des poursuites dirigées contre lui, sous le prétexte que l'élévation de la température avait retardé les opérations de la fabrication.

Il ne pourra être fait, d'un même brassin, qu'une seule espèce de bière, et il y aurait contravention si on mélangeait de la petite bière avec de la bière forte.

Le fait de transvaser une certaine quantité de bière forte dans la chaudière de petite bière, ou d'introduire dans la chaudière de bière forte une certaine quantité de métiers de troisième trempe, tombe sous les prévisions de l'article 8 de la loi du 1er mai 1822.

La prohibition du mélange des brassins trouve une sanction pénale dans les dispositions de l'article 129 de la loi du 28 avril 1816, qui édicte l'amende et la confiscation des bières saisies.

Décharges partielles.

La bière doit être retirée de la chaudière et mise aux bacs-refroidissoirs, sans interruption; les décharges partielles sont par conséquent défendues.

Il y a décharge partielle ou fabrication illicite, toutes les fois qu'il est trouvé dans une brasserie ou dans ses dépendances, au moment de la confection d'un brassin, une quantité quelconque de bière non déclarée et dont l'état ne permet pas de supposer que ce liquide provienne d'une fabrication antérieure.

Procès-verbal doit être dressé, en cas de décharge partielle d'un brassin en ébullition.

Toute soustraction de liquide faite dans la chaudière de décoction, constitue une décharge partielle.

Vaisseaux.

Les brasseurs seront tenus de déclarer, par écrit, la contenance de leurs chaudières, cuves et bacs, avant de s'en servir.

Il est défendu d'employer à la fabrication de la bière, des pipes ou gros tonneaux défoncés, non déclarés ni épalés par les employés.

Il ne pourra être fait usage, pour la fabrication de la bière, que de chaudières ayant une contenance de 6 hectolitres au minimum, à moins de raisons péremptoires, sur l'admission desquelles l'Administration est seule juge.

Il est défendu de se servir de chaudières qui ne seraient pas à demeure et maçonnées.

Les brasseurs sont tenus de fournir l'eau et les ouvriers nécessaires pour vérifier, par l'empotement des chaudières, cuves et bacs, les contenances déclarées; cette opération sera dirigée, en leur présence, par des employés de la Régie, et il en sera dressé procès-verbal.

Par épalement, on entend le jaugeage des vaisseaux employés dans les brasseries.

Les hausses fixes sont comprises dans l'épalement.

Chaque vaisseau doit porter un numéro et l'indication de sa contenance en hectolitres.

Il est défendu de changer, modifier ou altérer la contenance des chaudières, cuves et bacs, ou d'en établir de nouveaux, sans en avoir fait la déclaration par écrit, 24 heures d'avance. Cette déclaration contiendra la soumission du brasseur, de ne faire usage des dits ustensiles qu'après que leur contenance aura été vérifiée par les employés de la Régie.

Il y a contravention toutes les fois qu'un brasseur change, modifie ou altère la contenance de ses chaudières, sans en avoir préalablement averti la Régie. L'Administration n'a pas à préciser les moyens par lesquels ont eu lieu les altérations constatées.

Mise de feu sous les chaudières.

Le feu ne pourra être allumé sous les chaudières,

dans les brasseries, que pour la fabrication de la bière.

Tout brasseur sera tenu, chaque fois qu'il voudra mettre le feu sous ses chaudières, de déclarer au moins 4 heures d'avance dans les villes, et 12 heures dans les campagnes :

1° Le numéro et la contenance des chaudières qu'il voudra employer, et l'heure de la mise de feu sous chacune ;

2° Le nombre et la qualité des brassins qu'il entend fabriquer avec la même drêche ;

3° L'heure de l'entonnement de chaque brassin ;

4° Le moment où l'eau sera versée sur les marcs, pour fabriquer la petite bière sans ébullition, exempte de droit, et celui où elle devra sortir de la brasserie.

Le préposé qui aura reçu une déclaration en remettra une ampliation signée de lui, au brasseur, qui devra la représenter à toute réquisition des employés, pendant la durée de la fabrication.

La prolongation de mise à feu, au delà du terme convenable pour fabriquer un brassin, constitue une contravention, bien que les employés n'aient découvert aucune boisson fabriquée en fraude.

Lorsque le brasseur déclare être dans la nécessité de changer les heures de ses opérations, il est de règle qu'il soit fait une nouvelle déclaration, que l'ampliation de la première soit rapportée par le brasseur et qu'elle soit annulée, bâtonnée et rattachée

à la souche du registre, avec une mention indicative du numéro de la dernière déclaration et de l'heure de la remise de la première, afin de s'assurer si le brasseur n'en aurait déjà pas fait usage, et pour pouvoir, cela étant, le soumettre au paiement des droits.

En cas de non-représentation de la déclaration de mise de feu et de non-inscription de cette déclaration sur le registre spécial, il y aurait contravention, quand même il serait reconnu par le receveur de la Régie que le brasseur l'aurait prévenu verbalement.

Fabrication frauduleuse.

La contravention est suffisamment établie lorsque les employés constatent, par procès-verbal, que des marcs de houblons frais et tièdes, trouvés dans une chaudière, ne peuvent pas provenir du dernier brassin déclaré, et qu'il a été découvert, d'ailleurs, dans une entonnerie où ils ont pénétré, malgré la résistance du brasseur, en faisant enfoncer les portes en présence du maire, de la bière forte guillante, encore chaude et entonnée depuis peu de temps. Le prévenu doit, dans ce cas, être poursuivi pour refus d'exercice et fabrication d'un brassin sans déclaration préalable.

Hausses.

Les brasseurs qui remplacent le liquide évaporé

par l'ébullition et entretiennent ainsi les chaudières toujours pleines, se mettent en contravention.

Les brasseurs sont autorisés à se servir de hausses mobiles qui ne seront pas comprises dans l'épalement, pourvu qu'elles n'aient pas plus d'un décimètre de hauteur, qu'elles ne soient placées sur les chaudières qu'au moment de l'ébullition de la bière et qu'on ne se serve pas de mastic ou autres matières pour les soutenir ou pour les élever.

Toutes constructions en charpente, maçonnerie ou autrement, qui seront fixées à demeure sur les chaudières et qui s'étendront sur plus de moitié de leur contour, seront comprises dans l'épalement; les brasseurs devront, en conséquence, les détruire ou faire les dispositions convenables pour qu'elles puissent être épalées.

Visites et vérifications.

Les brasseurs sont soumis aux visites et vérifications des employés, et tenus de leur ouvrir, à toute réquisition, leurs maisons, brasseries, ateliers, magasins, cuves, celliers, et de leur représenter les bières qu'ils auront en leur possession.

Les employés de la Régie sont autorisés à vérifier dans les bacs et caves, ou à l'entonnement, le produit de la fabrication de chaque brassin.

Sans qu'il soit nécessaire d'attendre l'arrivée de la

bière dans les bacs et cuves-refroidissoirs, les employés peuvent vérifier le produit des brassins dans tous les bacs où elle se trouve au moment de l'opération.

Après l'entonnement, les brasseurs ont la faculté de couper le produit d'un brassin, soit avec d'autre bière, soit avec de l'eau froide. Ils peuvent faire alors tous les mélanges qui n'ont pas un caractère frauduleux.

Le droit de vérification des employés s'étend aussi bien aux bières qui sont en cours de fabrication, dans les chaudières ou ailleurs, qu'à celles qui sont confectionnées.

On doit considérer comme un refus d'exercice, non seulement tout trouble ou empêchement au libre et complet exercice des employés, mais même la simple opposition d'un brasseur ou de ses agents, ne fût-elle que verbale.

Dans les brasseries en activité pendant la nuit, il y a refus d'exercice, quand, sous prétexte d'aller réveiller les ouvriers, la personne qui répond à la réquisition des employés refuse de les introduire immédiatement.

Les employés peuvent s'introduire dans la brasserie, malgré la résistance du brasseur. S'il ferme les portes, ils ont le droit de les faire enfoncer en présence du maire et d'exercer des poursuites pour refus d'exercice.

Les employés des Contributions indirectes et ceux de l'Octroi ont un pouvoir parallèle et commun d'exercice dans les brasseries situées à l'intérieur du rayon d'octroi. Il y a refus d'exercice si le brasseur s'oppose aux visites de ces derniers, soit avant soit après le paiement des droits de fabrication, lorsqu'il y a des taxes locales, parce qu'ils peuvent avoir un sérieux intérêt à surveiller l'emploi des bières fabriquées et à se rendre compte des quantités sorties du rayon de l'octroi et des quantités livrées à la consommation locale.

Les brasseurs sont tenus de faire sceller toute communication des brasseries avec les maisons voisines, autres que leur maison d'habitation.

Recouvrement des droits.

Les brasseurs auront avec la régie des Contributions indirectes, pour les droits contractés à leur charge, un compte ouvert qui sera réglé et soldé à la fin de chaque mois.

Les droits sont dus à la fin de chaque mois, tant sur les quantités entonnées durant le mois, d'après les déclarations de fabrication, que sur les excédents imposables pris en charge en vertu d'actes réguliers.

Les sommes dues à la fin de chaque mois pourront être payées en obligations dûment cautionnées,

à trois, six ou neuf mois de terme, pourvu que chaque obligation soit au moins de 300 francs.

Brasseries domestiques.

Les brasseries qui ne brassent que pour leur consommation, les collèges, maisons d'instruction, et autres établissements publics, sont assujettis aux mêmes taxes que les brasseurs de profession et tenues aux mêmes obligations, excepté au paiement du prix de la licence.

Abonnement.

La Régie peut consentir de gré à gré, avec les brasseurs de la ville de Paris et des villes au-dessus de 30,000 âmes, un abonnement général pour le montant du droit de fabrication dont ils sont présumés passibles. Cet abonnement sera discuté entre le directeur de la Régie et les syndics qui seront nommés par les brasseurs. Il ne sera définitif qu'après qu'il aura été approuvé par le ministre des Finances, sur le rapport du directeur général des Contributions indirectes.

Dans le cas de l'abonnement autorisé comme il est dit ci-dessus, les syndics des brasseurs procéderont, chaque trimestre, en présence du préfet ou d'un

membre du Conseil municipal délégué par lui, à la répartition entre les brasseurs, en proportion de l'importance du commerce de chacun, de la somme à imposer sur tous. Les rôles arrêtés par les syndics, et rendus exécutoires par le préfet ou son délégué, seront remis au directeur de la Régie, pour qu'il en fasse poursuivre le recouvrement.

Les sommes portées aux rôles de répartition seront exigibles, par douzième, de mois en mois, d'avance, et par voie de contrainte. A défaut de paiement d'un terme échu, les redevables dûment mis en demeure, ou en cas de contravention à l'article précédent, le ministre des Finances, sur le rapport du directeur général des Contributions indirectes, sera autorisé à prononcer la révocation de l'abonnement et à faire remettre immédiatement en vigueur le mode de perception établi par la loi, sans préjudice des poursuites à exercer pour recouvrement des sommes exigibles.

Bien entendu, lorsqu'il y a abonnement, tous les brasseurs sont solidaires du paiement des sommes portées aux rôles, de sorte qu'aucun nouveau brasseur ne peut s'établir dans une ville soumise à ce régime, à moins qu'il ne remplace un autre brasseur compris dans la répartition.

Pendant la durée de l'abonnement, qui ne peut être consenti que pour une année, mais qui peut être renouvelé, nul brasseur ne pourra accroître ses

moyens de fabrication, de quelque manière que ce soit.

Les brasseurs abonnés sont dispensés de faire à la Régie la déclaration exigée par la loi, avant chaque mise de feu ; mais afin de fournir aux syndics des éléments de la répartition et à la Régie les moyens de discuter l'abonnement pour l'année suivante, ils sont tenus d'inscrire sur leur registre coté et paraphé, chaque mise de feu au moment où elle a lieu. Les commis, lors de leur visite, établissent sur leur registre portatif, les produits de la fabrication, d'après la contenance des chaudières et sous la déduction consentie par la loi ; ils s'assurent en outre, seulement par la vérification des quantités de bière existante dans les brasseries, qu'il n'a point été fait de brassin qui n'ait été inscrit sur le registre des fabricants.

Les bières fabriquées dans Paris et qui sont expédiées au dehors du département, sont soumises au droit de fabrication auquel sont assujettis les brasseurs des départements circonvoisins. Il en est de même des bières fabriquées dans des villes où l'abonnement avec les brasseurs est consenti, lorsqu'elles sont expédiées hors des dites villes.

Le droit perçu sur les bières brassées dans l'enceinte de Paris, ne doit pas être restitué lorsque ces liquides sortent des barrières.

Exportation des bières.

Le droit de fabrication est restitué sur toutes les bières qui sont expédiées à l'étranger ou dans les colonies françaises.

Droits d'octroi.

Le fabricant de bière, entrepositaire des bières qu'il fabrique dans l'intérieur du rayon d'octroi, doit faire une double déclaration des bières fabriquées, l'une à l'administration des Contributions indirectes, pour la perception des droits du Trésor, l'autre à l'administration de l'Octroi, pour la perception des droits d'octroi et de consommation locale.

Quand, après la fabrication constatée par les employés des Contributions indirectes, les bières sont mises en entrepôt relativement aux droits d'octroi, les brasseurs ainsi entrepositaires sont tenus de remplir, selon les règlements d'octroi, toutes les conditions, toutes les formalités auxquelles l'entrepôt est subordonné, spécialement, et avant d'enlever des magasins entrepositaires les quantités de bière qu'ils livrent à la consommation locale, de payer le droit d'octroi sur ces quantités et de se munir d'une quittance.

Les infractions aux conditions de l'entrepôt, et, à cet égard, les contraventions aux règlements d'octroi, sont valablement constatées aussi bien par les em-

ployés de l'Octroi que par ceux des Contributions indirectes.

Les employés de la Régie assurent par leurs exercices le paiement des droits d'octroi sur les bières.

Les employés d'Octroi ont qualité, comme ceux de la Régie, pour opérer des visites dans les brasseries.

Quand les tonneaux remplis de bière pour laquelle on a pris un passe-debout, sont vidés et remplis d'eau, le substitution, suivie de fausse déclaration au bureau de sortie, donne lieu à une amende égale à celle de la bière.

Bières fabriquées avec des glucoses.

Les glucoses, et en général tous les produits saccharins non cristallisables, quels que soient leur degré de concentration et la matière première dont ils sont extraits, sont exonérés de tout impôt, lorsqu'ils sont employés à la fabrication de la bière.

Les brasseurs ne sont admis à jouir de la franchise des droits sur les glucoses destinées à la fabrication des bières, qu'autant que, quinze jours au moins avant l'introduction d'une quantité quelconque de glucoses dans leurs usines, ils ont souscrit, par écrit, l'engagement de représenter des acquits-à-caution pour toutes les quantités de glucoses qu'ils auront reçues, et de payer les doubles droits, tant sur les excédents que sur les manquants, que ferait apparaître la balance du compte des glucoses.

Les glucoses introduites dans les brasseries doivent être représentées aux employés lors de leurs vérifications. Elles sont prises en charge au compte spécial qui est tenu par les employés de la Régie.

Ce compte est successivement déchargé des quantités employées à la fabrication des bières. Toutefois, les glucoses ajoutées aux moûts de la petite bière, ne sont portées en décharge que lorsque les employés ont constaté que, par l'addition des glucoses, la densité originelle des moûts, à la température de 15 degrés centigrades, n'a pas été portée au delà de 2°5 centigrades au densimètre centésimal.

Cette constatation a lieu, si les moûts n'ont encore subi aucune fermentation, au moyen du densimètre centésimal et, si déjà la fermentation s'est manifestée, par la distillation opérée pour déterminer l'abaissement de la densité originelle.

Les employés peuvent arrêter la situation des restes et opérer la balance du compte, aussi souvent qu'ils le jugent nécessaire. Si les recensements font apparaître des manquants, ces manquants sont portés en sortie comme passibles des doubles droits. Si au contraire il ressort des excédents, ces excédents sont ajoutés aux charges comme passibles des doubles droits, et, nonobstant la perception de ces doubles droits, ils font partie des charges ordinaires qui ne peuvent s'apurer que par un emploi régulièrement justifié.

Les glucoses introduites dans les brasseries ne jouissent de l'exemption d'impôt que si elles sont placées, au choix du brasseur, soit dans un magasin spécial, soit dans un ou plusieurs récipients préalablement déclarés pour cet usage et dont l'Administration peut exiger le scellement sous plomb de la Régie.

L'Administration peut également exiger que les fenêtres des magasins où ces produits sont enfermés, soient condamnées intérieurement, qu'ils n'aient qu'une seule porte, et que cette porte soit fermée à deux serrures dont l'une aux mains des employés.

Lorsque le brasseur veut employer des glucoses pour la fabrication d'un brassin, il doit en faire mention dans une déclaration qui énoncera :

1° La quantité de glucose dont il doit être fait emploi;

2° La date et l'heure à partir desquelles la glucose doit être ajoutée au moût de bière.

En l'absence des employés de la Régie, la glucose ne peut être extraite des magasins ou des récipients et ajoutée aux moûts, qu'une heure après celle fixée par la déclaration.

Si les employés se présentent dans ce délai, l'opération doit être immédiatement commencée, pour se continuer sans désemparer.

Le brasseur peut ajouter, à son choix, la glucose au moût de bière, soit à la cuve-matière, soit dans la chaudière de fabrication, soit au bac, soit à la cuve-

guilloire, mais il n'est pas permis d'en faire usage après l'entonnement.

Enfin les brasseurs sont tenus de fournir les ouvriers, les balances et les poids nécessaires pour le pesage des glucoses, tant à l'arrivée que lors des exercices et des recensements.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

Origine et caractère de la bière. — La brasserie en Allemagne. — Produits pouvant concourir à la fabrication de la bière. — Extension de la consommation de la bière en France. — La diastase et le malt. 1

CHAPITRE II

Les matières premières employées dans la brasserie. — Les grains : l'orge, le froment, le seigle, l'avoine. — Le houblon. — L'eau. 13

CHAPITRE III

Le travail de la brasserie résumé. — La germination : phénomènes auxquels cet acte donne naissance; conditions générales qui la provoquent : humidité, température, air. — La germination en brasserie, opérations : le mouillage; la germination proprement dite. — Modification des substances par suite de la germination. . 43

CHAPITRE IV

Le malt vert. — Traitement du malt vert. — Le touraillage; pertes et modifications de substances par le

fait du touraillage. — Les tourailles. — Nettoyage et conservation du malt touraillé. — Qualité d'un bon malt. 65

CHAPITRE V

Essais des malts : recherche de l'extrait. — Recherche de la densité du moût avec le picnomètre. — Table de Schulze. — Le malt du commerce. — Brassin d'essai. — Détermination de la durée de la saccharification. . . . 90

CHAPITRE VI

La saccharification. — Théorie de la saccharification. — Transformation de l'amidon par la diastase : maltose et glucose; marche du phénomène diastasique; formation de la maltose et de la dextrine : liquéfaction des matières amylacées du grain. — Préparation du moût : ustensiles employés en brasserie : cuve-matière, cuve à filtrer, cuve-réverdoir, chaudière. 110

CHAPITRE VII

Le brassage : notions générales. — Méthode par infusion. — Méthode par décoction. — Méthodes diverses. — Bières diverses obtenues par la combinaison de différents grains. — Les pertes par échaudement des trempes. — Les trempes de lavage : la croix écossaise. — Quantité d'eau à employer pour un brassin. 140

CHAPITRE VIII

Cuisson et houblonnage des moûts. — Refroidissage des moûts. — Essai des moûts : recherche de la densité; dosage du sucre; dosage de la dextrine; dosage de la dextrine par la lumière polarisée. 180

CHAPITRE IX

La fermentation : historique; conditions nécessaires à la fermentation. — Les levûres. — Les levûres de bière. — Les ferments de maladie : *bacterium termo;* ferment lactique; ferment acétique; vibrions. — Purification de la levûre. — Les ballons Pasteur 223

CHAPITRE X

La mise en levain : notions générales. — Le choix des levûres. — Fermentation basse : conditions de température; les dépôts de levûre; procédés de conservation de la levûre; marche de la fermentation; collage de la bière. — Fermentation haute. — Fermentation paresseuse. — Quantité de levûre à employer. — Perte de liquide résultant des actes de la fermentation 253

CHAPITRE XI

L'atténuation de la bière : le décuvage; calcul de l'atténuation; détermination de la densité des moûts, par le saccharimètre de Balling. — Détermination, au moyen du densimètre, de la richesse alcoolique d'un moût, au cours ou à la fin de la fermentation. — Dosage de l'alcool par la distillation. — Observations au sujet des aréomètres 292

CHAPITRE XII

Les succédanés du malt : observations générales touchant les grains crus; l'orge crue; l'avoine; le froment. — Le maïs : maltage du maïs; procédé de maltage du maïs; faut-il employer le maïs malté ou le maïs cru; brassage du maïs et du riz; travail américain : système par infusion; le riz; les pommes de terre; les sucres et sirops de glucose. 320

CHAPITRE XIII

Opérations diverses à faire subir à la bière faite. — Clarification de la bière par les copeaux ou par filtration. — La mousse de la bière : les *Kraeusen*. — Goudronnage des fûts. 351

CHAPITRE XIV

Obligations individuelles. — Droits sur les bières. — Quantités passibles du droit. — Excédents. — Entonnement. — Brassins. — Vaisseaux. — Mise de feu sous les chaudières. — Fabrication frauduleuse. — Hausses. — Visites et vérifications. — Recouvrement de droits. — Brasseries domestiques. — Abonnement. — Exportation des bières. — Droits d'octroi. — Bières fabriquées avec des glucoses. 370

SAINT-DENIS. — IMP. BOUILLANT, 20, RUE DE PARIS. — 7635

EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE

Traité complet de manipulation des vins, par A. Bedel. 1 beau volume in-18 avec gravures..... 3 fr.

Le Conservateur, ou Livre de tous les ménages. Précieux répertoire pour les maîtres de maison, les maîtres d'hôtel, restaurateurs, etc. 1 fort vol. orné de vignettes. 3 fr. 50

Boissons économiques et Liqueurs de table, traité pratique de la fabrication des vins, bières, cidres, poirés, sirops, rataflas, etc., par Léon Krebs. 1 vol. in-18. 3 fr. 50.

Le Cheval, traité complet d'hippologie, par E. Santini. Ouvrage orné de nombreuses figures. 1 volume in-18. .... 3 fr. 50

Les Vaches laitières. Choix, races, entretien, etc., par Albert Larbalétrier. 36 fig. 1 vol. in-18. 2 fr.

L'Enfant, hygiène et soins médicaux pour le premier âge, par Ermance Dufaux de la Jonchère, avec gravures. 1 vol. in-18..... 4 fr.

Le Pêcheur à la mouche artificielle et le Pêcheur à toutes lignes, par Ch. de Massas. Nouv. édit. revue et augmentée. 1 vol. in-18 illustré..... 2 fr.

La Pêche à toutes les lignes des poissons d'eau douce, par John Fisher. 1 vol. in-18 ill. de 40 gr. et de 4 pl. comprenant 60 figures techniques. ..... 3 fr. 50

Manuel pratique d'équitation, par Ch. Le Brun-Renaud. 1 vol. in-18 orné de 45 figures..... 2 fr.

Guide du Chasseur au chien d'arrêt sous ses rapports théoriques et pratiques et juridiques, par Ferd. Cassassoles. 1 volume in-18 .... 3 fr. 50

Médecine vétérinaire rurale, par un vétérinaire agronome. 1 fort vol. in-18..... 4 fr. 50

Choix et nourriture du cheval, par J.-H. Magne. 1 v. in-18. 3 fr 50

Causeries Chevalines, par A. Gaume, propre-éleveur. 1 v. in-18. 3 fr. 50

Manuel pratique des Juges de paix précis raisonné et complet de leurs attributions judiciaires extraordinaires, etc., par M. Georges Martin, 1 vol. in-18 jés. . . . . 6 fr.

Guide pratique des Gardes champêtres des communes et des Gardes particuliers, avec de nombreux modèles de procès-verbaux, par Marcel Grégoire. 1 volume in-18 . . . . . 2 fr.

Nouveau Guide pratique des Maires, des Adjoints, des Secrétaires de mairie et des Conseillers municipaux, formulaire de tous les actes à dresser par les maires, par Durand de Nancy, contenant la loi du 5 avril 1884, 1 fort vol. in-18.... 7 fr. 50

Manuel du Capitaliste ou compte fait des intérêts à tous les taux, pour toutes sommes, de 1 jusqu'à 366 jours, par Bonnet, 1 v. in-18. 6 fr

L'Avocat de soi-même, nouveau Guide en affaires, contenant toutes les notions de Droit et tous les modèles d'actes dont on a besoin pour gérer ses affaires, par Durand de Nancy, 1 fort vol. in-18. 4 fr 50
Relié .... 5 fr.

Le livre de Barème ou comptes faits., depuis 0,02 jusqu'à 100 fr, par F.-P. Pons. 1 vol. in-18 3 fr. 50
Relié ..... 4 fr.

Tarif pour cuber les bois en grumes et équarris d'après les mesures anciennes, avec leurs réductions en mesures métriques, par E. Prugneau, 1 vol. in 18.. .... 2 fr.

Tarif de cubage des bois équarris et ronds évalués en steres et fractions decimales du stère. par J.-A. Francon 1 vol. in-18... 3 fr. 50

Le savoir-vivre dans la Vie ordinaire et dans les Cérémonies Civiles et Religieuses, par Mlle Ermance Dufaux de La Jonchère 1 vol, in-18 .... 3 fr

Ce que doivent savoir Maîtres et Domestiques, par Mlle Ermance Dufaux de La Jonchère, 1 vol. in-18..... ..... 3 fr. 50

Paris. — Imprimerie P. Mouillot, 13, quai Voltaire. — 60122.

Boston Public Library
Central Library, Copley Square

Division of
Reference and Research Services

The Date Due Card in the pocket indicates the date on or before which this book should be returned to the Library.

Please do not remove cards from this pocket.

BOSTON PUBLIC LIBRARY
3 9999 09851 680 8

S SEP 10
M SEP 25
R. OCT 8
R AUG 25